

BULLETIN  
DE LA  
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE  
DE FRANCE

Publié avec le concours  
du CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

CETTE SOCIÉTÉ, FONDÉE LE 17 MARS 1830,  
A ÉTÉ AUTORISÉE ET RECONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE  
PAR ORDONNANCE DU 3 AVRIL 1832.

CINQUIÈME SÉRIE

TOME DIX-HUITIÈME

FASCICULE 6-7

Feuilles 24 à 37 — Planches XIV-XX

45 figures, 7 tableaux dans le texte

PARIS  
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE  
28, rue Serpente, VI

COMPTE DE CHÈQUES POSTAUX PARIS, N<sup>o</sup> 173-72

Téléph. : DANTON 90-61

1948

# SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

FONDÉE LE 17 MARS 1830.

Établissement d'Utilité Publique, reconnu par Ordonnance du 3 avril 1832.

## EXTRAITS DU RÈGLEMENT

ART. 2. — L'objet de la Société est de concourir à l'avancement de la Géologie en général et particulièrement de faire connaître le sol de la France, tant en lui-même que dans ses rapports avec les Arts industriels et l'Agriculture.

ART. 3. — Le nombre des membres de la Société est illimité. Les Français et les Étrangers peuvent également en faire partie. Il n'existe aucune distinction entre les membres.

ART. 42. — Pour assister aux séances, les personnes étrangères à la Société doivent être présentées chaque fois par un de ses membres.

ART. 46. — Aucune communication ou discussion ne peut avoir lieu sur des objets étrangers à la Géologie ou aux Sciences qui s'y rattachent.

ART. 48. — Chaque année, de juillet à novembre, la Société tiendra une ou plusieurs séances extraordinaires sur un point qui aura été préalablement déterminé.

ART. 55. — Tous les travaux destinés à l'impression doivent être inédits et avoir été présentés à une séance.

ART. 75. — Les auteurs reçoivent 50 tirages à part de leurs communications insérées au *Bulletin* : ils peuvent en outre en faire faire à leurs frais, en passant par l'intermédiaire du Secrétariat.

## AVANTAGES ACCORDÉS AUX MEMBRES

Les membres de la Société reçoivent *gratuitement* les **Comptes rendus des séances et le Bulletin**.

Les membres peuvent utiliser le prêt des livres à domicile (cautionnement 300 fr.).

Ils peuvent *acheter* à la Société : 1° avec une remise de 25 %, les **Comptes rendus et les Bulletins**, la **Bibliographie** ; 2° avec une rem. de 20 %, les **Mémoires de Géologie** (par mémoire), les **Mémoires de Paléontologie** (par mémoires séparés), les **Mémoires** (nouvelle série) par souscription au volume ou par mémoires séparés.

La Société met également en vente les ouvrages de Fontannes et de Cossmann. Catalogue et prix sur demande.

1. La remise ne s'applique que pour un seul exemplaire. Elle ne s'applique pas aux séries complètes, mises en réserve, qui ne sont vendues qu'après décision spéciale du Conseil.

## CONDITIONS D'ADMISSION

Être présenté à une séance de la Société par deux de ses membres qui auront signé la présentation et avoir été proclamé dans la séance suivante (art. 4 du Règlement).

A défaut de deux parrains, adresser au Secrétariat un exposé de titres et références.

Cotisation 1948 : 500 francs. Étranger : 600 fr.

Cotisation 1949 : 1.000 francs. Étranger : 1.200 fr.

Pour tous renseignements, achats et abonnements, s'adresser impersonnellement au Secrétaire de la Société, 28, rue Serpente, Paris, VI<sup>e</sup>.





## SÉRIE PALÉOZOÏQUE D'AOUINET LEGRA (SAHARA OCCIDENTAL)

PAR **Pierre Gevin** <sup>1</sup>.

Un certain nombre d'itinéraires effectués dans la région d'Aouïnet Legra<sup>2</sup> au cours de l'hiver 46-47, nous permettent d'apporter quelques précisions aux descriptions faites dans les travaux antérieurs. Ces nouvelles données concernent spécialement la partie inférieure des terrains dévoniens ainsi que la série carbonifère, zones très rapidement parcourues par N. Menchikoff.

Les terrains paléozoïques d'Aouïnet Legra sont, comme on le sait déjà, composés d'une série monoclinale à léger pendage NNW (1 à 5°) s'appuyant au S sur le massif cristallin du Yetty et s'ennoyant au N sous « le terrain des Hammadas ». L'allure topographique actuelle résulte de la dissection du flanc S du synclinal de Tindouf. C'est le relief caractéristique d'une série monoclinale : crêtes parallèles à couronnement de grès ou calcaires résistants, séparés par des sortes de combes schisteuses ou schisto-gréseuses tendres. L'allure de ces crêtes résistantes, dont l'abrupt est tourné vers le S, va de la simple marche d'escalier aux « krebs » pouvant atteindre une trentaine de mètres de haut.

Nous décrivons un itinéraire sensiblement S-N qui, partant du Yetty, se dirige sur Aïn el Barka en passant par Aouïnet Legra, et en franchissant les crêtes principales suivantes : Kerb Chehiba, Kerb en Naga, Kerb es Slouguia, Kerb es Sefiat, Kerb en Neggar (ou mieux Kerb ed Dga), cette dernière crête étant couronnée par le terrain des Hammadas qui masquent les terrains paléozoïques loin vers le N jusqu'à la fenêtre du flanc N du synclinal de Tindouf.

Dans ce qui va suivre, les principales coupures que nous avons adoptées en visant un but stratigraphique, ont été encadrées autant que possible dans des limites topographiques ou morphologiques.

1. Note présentée à la séance du 25 mai 1948.

2. Source située approximativement par 6°50' Long. W et 26°50' Lat. N.

25 mai 1949.

Bull. Soc. Géol. Fr. (5), XVIII. — 24

I. — Terrains compris entre le massif du Yetti et Aouïnet Legra. — Cette bande, de 12 km de large environ, débute par

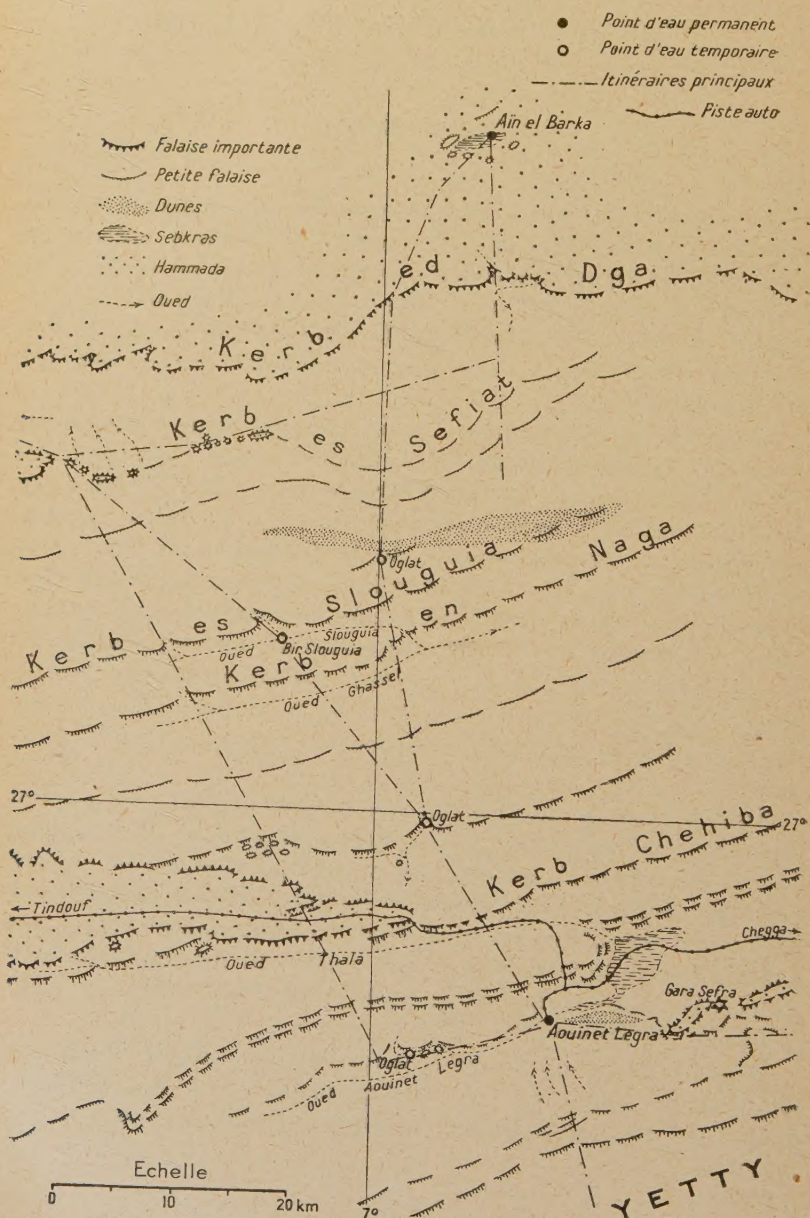


FIG. 1. — Région d'Aouïnet Legra. Croquis de reconnaissance.

une trentaine de mètres de grès blancs très durs, presque des quartzites, supportant une trentaine de mètres encore de grès roses, tendres, où la stratification entrecroisée est fréquente, et présentant souvent le « faciès à kerboub »<sup>1</sup> (de kerboub = bille). Ces dépôts ont nettement une allure continentale et n'ont livré jusqu'à présent aucun fossile ou reste organique. En aucun point, d'autre part, le contact grès-cristallin n'a pu être observé avec précision. Un certain nombre de filons, de brèches quartzeuses, ou de dolérites traversent ces dépôts.

Jusqu'à plus ample informé nous suivrons l'opinion générale qui classe ces « Grès inférieurs » dans le cadre vaste et élastique de Cambro-Ordovicien.

**II. — Terrains immédiatement au N d'Aouïnet Legra et Premier Kreb.** — Cette série, surtout marno-schisteuse ou schisto-gréseuse, se développe sur une dizaine de kilomètres avec un pendage d'1° à 3° NNE. Partant du sommet des grès roses précités, on rencontre les couches suivantes :

a) 5 m de marnes papyracées, roses ou grises, avec bancs lenticulaires plus gréseux contenant des miches ferrugineuses. Ces miches ont fourni quelques très mauvais restes : *Spirifer* à côtes peu nombreuses du groupe *Mercurii* GOSSELET (?), *Orthoceras* sp., *Schelwie-nella* (?) sp., *Conularia* sp.

Ces marnes sont recouvertes par une dalle gréso-calcaire plus ou moins bien individualisée qui prend un faciès de plus en plus gypseux, puis sidérolitique au fur et à mesure qu'on s'éloigne vers l'E. Ce niveau m'a fourni, aux gisements ci-après :

Oglat Aouïnet Legra (12 km W d'A. Legra) : *Asteropyge* sp., *Acaste* cf. *spinosa* SALTER, *Homalonotus* sp., *Orthoceras* sp., *Tentaculites* sp., *Conularia* sp., *Beyrichia* sp.

Aouïnet Legra : *Strophomena imbrex* PANDER, *Merista tumida* DALMAN, *Atrypa lynx* BARR.

Gara Sefra (15 km E d'A. Legra) : *Strophomena* sp., *Spirifer* cf. *Mercurii* GOSSELET. Moule interne d'*Atrypa*.

Les témoins de ce niveau les plus éloignés vers le S, montrent un faciès sidérolitique franchement continental avec brèches à éléments de grès-quartzites et rhyolites.

b) 7 à 8 m de marnes gréseuses fines de couleurs variées : mauve, gris verdâtre, fréquemment entrelardées de niveaux gypseux, couronnées par une dalle gréso-calcaire à ripple-marks, où des lentilles bourrées de restes organiques, malheureusement très fragmentés, m'ont fourni :

1. Désagrégation en petites billes, caractéristique des faciès continentaux sahariens.

*Homalonotus* (*Digonus*) cf. *Rudersdorfensis* RICHTER, *Homalonotus* (*Digonus*) cf. *Rhenanus* KOCH, *Cheirurus* sp., *Platyceras* sp., *Buccanella* sp., *Strophomena* sp., *Camarotoechia decemplicata* SOWERBY, *Schizophoria* sp., *Pterinea* sp., *Chonetes* sp., *Choetetes* sp., Articles et pièces basales d'Encrines (*Tylacocrinus*?).

c) 30 à 40 m argilo-schisteux, avec minces intercalations schisto-gréseuses, à couleur dominante lie de vin, sans fossiles (traces d'*Orthocères* et *Lamellibranches* vers le sommet).

d) Ces marnes lie de vin se terminent par une phase blanche plus ou moins gréseuse de 6 m de puissance qui constitue la base du premier *Kreb*. Elles présentent de nombreuses intercalations gypseuses, et j'y ai recueilli :

*Homalonotus* (*Digonus*) cf. *simplex*, *Ditischia* sp., *Chonetes* sp., *Onniella* sp., *Actinodesma* sp.

Tous ces restes sont conservés sous forme d'empreintes très fragiles qui se délitent rapidement à l'air sec.

e) Gravissant alors les pentes du 1<sup>er</sup> *Kreb*, on rencontre d'abord 10-12 m schisto-gréseux gris, puis 2 m de grès tendres à nombreuses paillettes de muscovite se terminant par une dalle gréseuse à ripple-marks qui m'a fourni :

*Acaste* cf. *spinosa* (?), *Homalonotus* cf. *Rudersdorfensis* RICHTER, *Homalonotus* cf. *Rhenanus* KOCH, *Cryphaeus* sp., *Spirifer* cf. *hystericus* SCHLOTHEIM, *Onniella* sp., *Trigéria* sp., *Tentaculites* sp., *Heterotrypa* sp., *Ostracodes*.

f) Après 2 m de schisto-gréseux fin, se poursuit une série de grès plus ou moins grossiers qui forment le linteau du 1<sup>er</sup> *Kreb*, de 8 m de hauteur environ. J'y ai recueilli :

*Spirifer Bischofi* GIEBEL, *Sp. Decheni* KAYSER (d'après BECLAR), *Acrospirifer primaevus* (?) STEININGER, *Schelwieiella*, *Favosites* sp.

g) Après 3 m de grès fins terminés par une dalle calcaire violette à Crinoïdes, on retrouve des grès tendres roses d'une dizaine de mètres de puissance contenant : *Spirifer Pellico* DE VERNEUIL et ARCHIAC.

Comme nous le verrons au paragraphe suivant, les couches immédiatement sus-jacentes contiennent *Spirifer cultrijugatus*, on peut donc nettement définir le toit de ces grès roses comme la limite entre le Coblencien et l'Eifélien. En descendant la série, les divisions du Dévonien inférieur sont beaucoup moins précises dans l'état actuel de nos connaissances. Néanmoins, étant donné les faunes nouvelles que nous avons récoltées, il nous paraît possible de faire descendre le Dévonien jusqu'au contact des « Grès inférieurs ». Nous n'avons, en effet, pas rencontré traces de *Graptolites* non plus que de bancs calcaires bleus à *Orthoceras* et *Scyphocrinus* bien caractéristiques du Gothlandien dans l'W saharien. Nous espérons que des déterminations plus pré-

cises, notamment en ce qui concerne les Trilobites récoltés, nous permettront d'éclaircir ces problèmes.

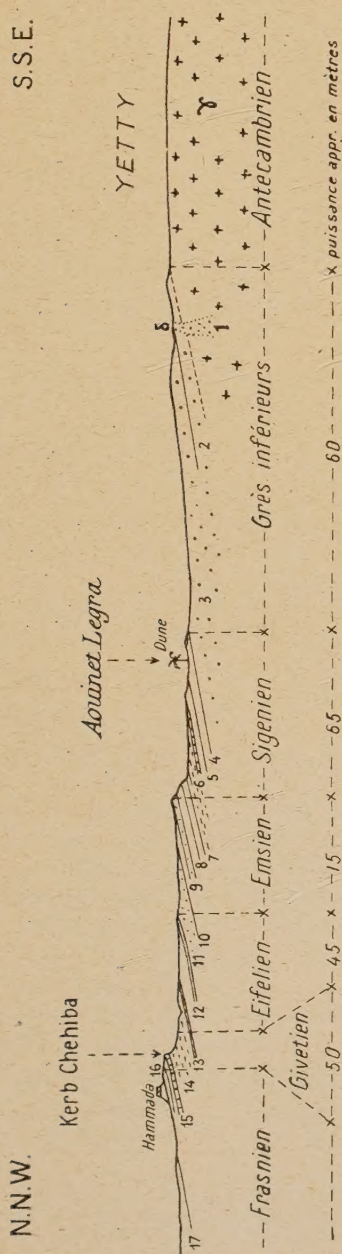


Fig. 2. — Coupe schématique des terrains au S de Kerb Chehiba.

4 : Massif granitique antécambrien du Yelty ;  $\delta$  : Filon de Dolérite ; 2 : Grès blancs durs à ciment siliceux ; 3 : Grès tendres, roses, à kerbouns, et stratification entrecroisée ; 4 : Zone avec miches ferrugineuses à Orthocères ; 5 : Dalle grésocalcaire à *Strophomena imbrex*, *Acaste*,... ; 6 : Dalle grésocalcaire à *Homalonotus digonus* cf. *Rudersdorfensis*... ; 7 : Marnes blanches à *Homalonotus digonus* cf. *simplex* ; 8 : Dalle gréseuse à ripple-marks contenant *Homalonotus*, *Cryptheus*, *Acaste*,... ; 9 : Grès grossiers ferrugineux à *Spirifer Primæus* ; 10 : Dalle calcaire violette à Encrines ; 11 : Grès roses à *Spirifer Pellico* ; 12 : Crête calcaire-gréseuse à *Spirifer Cultrifugatus*... ; 13 : Dalle calcaire gris bleu à *Spirifer elegans*, *Sp. speciosus*, *Agoniatites* cf. *evezus* ; 14 : Marnes violettes et jaunes plus ou moins gréseuses à *Calceola sandalina*,... ; 15 : Dalle calcaire à Polypiers ; 16 : Deuxième dalle à Polypiers.

Échelles : long. env. 1/200.000<sup>e</sup> ; haut. très exagérées.

### III. — Terrains compris entre la « Zone à *Spirifer cultrijugatus* » et le sommet du Kerb Chehiba.

a) Immédiatement après une passée gréseuse grossière riche en débris de *Spirifer Pellico*, se dresse une petite crête calcaro-gréseuse (calcaires grumelleux et en bâtonnets) de 3 m de haut environ, très fossilifère : *Spirifer cultrijugatus* ROEMER, *Spirifer Pellico* DE VERNEUIL et ARCHIAC, *Leptaena Murchisoni* DE VERNEUIL et ARCHIAC, *Schizophoria striatula* SCHLOTHEIM, *Douvillina* cf. *Dutertrei* DE VERNEUIL, *Aulopora* sp., *Heterotrypa* sp., *Pleurodyctium* cf. *problematicum* (nov. sp. ?), *Heliophyllum* sp., *Hexacrinus* sp.

b) Entre la crête à *Spirifer cultrijugatus* et une autre petite crête apparaissant 2 km plus au N, aucun affleurement n'est visible. Un reg à petits éléments recouvre sans doute une série marno-schisteuse à faible pendage (voisin de 1° NNE), d'une trentaine de mètres de puissance.

c) Une deuxième petite crête se dresse encore avant l'Oued Thala qui coule au pied du Kerb Chehiba. 4 m grésocalcaires couronnés par une dalle calcaire bleu gris contiennent : *Spirifer speciosus* SCHLOTHEIM, *Sp. elegans* STEININGER, *Spirifer* sp., *Atrypa reticularis* LINNÉ, *Leptaena rhomboïdalis* WILCKENS, *Schewienella* sp., des tiges de Crinoïdes, et une petite Goniatite ferrugineuse (*Agoniatites* cf. *evexus* VON BUCH) qu'on retrouve dans le Dévonien du Bassin de Taoudenni associée avec *Spirifer elegans* et *Pinacites jugleri*.

d) A partir de l'Oued Thala nous avons retrouvé intégralement la coupe donnée par N. Menchikoff dans sa thèse. Signalons seulement pour mémoire qu'après *Spirifer speciosus* accompagné de nombreux autres Brachiopodes, on trouve *Calceola sandalina* dans des marnes mauves très caractéristiques qui m'ont fourni aussi des restes de Trilobites (*Phacops*), puis des dalles calcaires riches en Polypiers : *Zaphrentis*, *Barrandeophyllum*, *Prismatophyllum*, puis des schistes à *Spirifer mediotextus*<sup>1</sup> avec les premiers bancs calcaires à *Spirifer Verneuli*. Au sommet du Kerb Chehiba, sous un témoin de hammada, *Spirifer Verneuli* devient très abondant, formant une véritable lumachelle intercalée avec des couches schisto-gréseuses grises. La puissance des terrains compris entre la couche à *Spirifer elegans* et le sommet du Kerb Chehiba serait de 70 à 80 m.

Le Dévonien moyen est donc bien représenté dans cette série. La base de l'Eifélien commence à la zone à *Spirifer cultrijugatus*, on pourrait faire débiter le Givétien au toit des argiles à *Calceola sandalina*, tandis que le Frasnien commencerait avec l'abondance de *Spirifer Verneuli*.

1. De récentes études ont montré qu'il ne s'agissait pas de *Spirifer mediotextus*, mais de *Sp. ostiolatus* SCHLOTHEIM.

#### IV. — Terrains compris entre le Kerb Chehiba et le Kerb Slouguia.

a) Entre le Kerb Chehiba et une autre crête importante d'une quinzaine de mètres de haut s'étend une série schisto-gréseuse de 200 m de puissance environ, à la base de laquelle des bancs calcaires violets à *Spirifer Verneuili* apparaissent encore souvent. Plus haut, ces derniers se raréfient et sont remplacés par des bancs gréseux à empreintes des mêmes fossiles, accompagnés de Spiriférines, puis ils disparaissent totalement, la série devenant de plus en plus stérile.

b) Entre la crête importante précitée et le Kerb en Naga, le faciès schisto-gréseux se poursuit avec de nombreuses dalles gréseuses à ripple-marks. Le pendage d'environ 2° NNW est dérangé en quelques endroits par le passage d'étroits filons doléritiques suivant à peu près la direction des couches. Ils n'ont pas toujours percé la couverture gréseuse, mais l'ont boursoufflée et cuite, phénomène qui se traduit par une patine bleu violacée très caractéristique. Cette série, dont la puissance peut être évaluée à 250 ou 300 m, est très peu fossilifère, néanmoins, nous avons pu distinguer de bas en haut :

1° Une zone où alternent de rares empreintes de Lamellibranches du genre *Aviculopecten*, avec des empreintes de Végétaux.

2° Des dalles gréseuses avec des empreintes de *Spirifer* tout à fait semblables à ceux récoltés dans la Séguet El Hamra, à un niveau élevé du Dévonien supérieur <sup>1</sup>.

3° Une nouvelle zone à empreintes de végétaux.

4° Au milieu d'une épaisse série schisto-gréseuse, trois minces bancs de calcaires bleus où abonde *Spirifer Verneuili* avec : *Rhynchonella* sp., *Pugus* sp., Tiges d'Encrines.

Ces trois bancs de calcaires bleus sont à environ 10 km au S du Kerb en Naga. Ils s'envoient vers le N sous un reg important masquant une série schisto-gréseuse tendre que l'Oued Ghassel n'arrive pas à mettre au jour.

c) Le Kerb en Naga, d'une vingtaine de mètres de haut, débute par des argiles schisteuses gris violacé, riches en gypse. Viennent ensuite, une mince couche un peu conglomératique à nombreux restes de *Camarotaechia*, puis une nouvelle série schisto-gréseuse, qui se poursuit jusqu'au sommet du Kerb es Slouguia, rarement intercalée de minces bancs calcaires sans fossiles. Entre le Kerb en Naga et le sommet du Kerb Slouguia, la puissance des terrains peut être évaluée à une centaine de mètres.

Toute cette série entre Kerb Chehiba et Kerb Slouguia, peut être nettement classée dans le Dévonien supérieur, qui s'arrête peu après le sommet du Kerb Slouguia, là où appa-

1. Rev. Géographie physique et Géol. dyn., 1930, vol. III, fasc. 2, pl. I. D'autres exemplaires de ce *Spirifer*, recueillis récemment, permettent d'affirmer qu'il s'agit de *Spirifer mesacostalis* HALL.

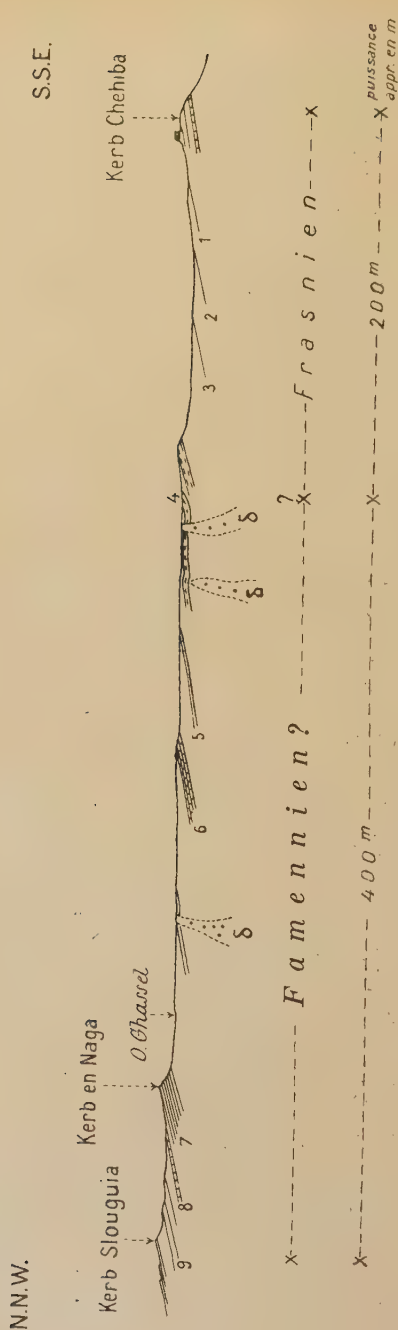


Fig. 3. — Coupe schématique entre le Kerb Slouguia et le Kerb Chehiba.

1 : Dalle calcaire violette à *Spirifer Verneuli*; 2 : Dalle grésocalcaire à *Spirifer Verneuli*; 3 : Dalles gréseuses à empreintes de *Spirifer Verneuli* dans série schisto-gréseuse; 4 : Zone à empreintes de végétaux (grès durs) recouverte par niveau gréseux à *Spirifer (mesacostalis)* 5 : Niveau à empreintes de Végétaux dans série schisto-gréseuse; 6 : Trois dalles calcaires bleues à *Spirifer Verneuli*; 7 : Argilles violacées à lentilles gypseuses recouvertes par niveau gréseux conglomératique à *Camaratachia*; 8 : Mince dalle calcaire sans fossiles; 9 : Série gréseuse et schisto-gréseuse;  $\delta$  : Filon de dolérite.

Échelle : long env. 1/200.000°; haut. très exagérées.

raissent les premiers *Spirifer tornacensis* comme nous le verrons plus loin. On ne peut fixer de limite entre Frasnien et Faménien, si toutefois ce dernier étage est représenté effectivement. Peut-être que des faunes plus abondantes, à recueillir plus vers l'E, nous permettront de fixer une limite précise (il semble qu'au Dévonien supérieur le faciès marin s'accroît vers l'E, phénomène que nous retrouverons au Tournaisien). La fin de l'époque dévonienne semble donc se caractériser par un relèvement général des fonds amenant une allure lagunaire (abondance des dalles gréseuses à ripple-marks et des faciès gypseux) et même par des émergences passagères mises en évidence par des empreintes de végétaux.

#### V. — Terrains compris entre le Kerb es Slouguia et le Kerb es Sefiat.

a) Dès le passage de la crête du Kerb es Slouguia, après quelques bancs gréseux qui contiennent des Rhynchonelles de taille croissante, trois petites crêtes grésocalcaires violet foncé, de 6 m de puissance totale m'ont fourni : *Spirifer tornacensis* DE KONINCK, *Spirifer strunianus* GOSSELET, *Spiriferina* sp., *Rhynchonella* sp., *Camarotoechia* sp., *Schelwienella* sp., *Gigantella* sp., *Orthoceras* sp., et des articles de Crinoïdes.

b) Plus loin, après 200 m environ de terrains où les bancs grésocalcaires alternent avec les couches schisto-gréseuses, et après avoir traversé un petit bras d'erg, une dalle calcaire de 30 cm d'épaisseur contient : *Productus Vaughani* MUIR-WOOD, *Spirifer tornacensis* DE KONINCK, *Syringothyris cuspidata* MARTIN, *Pugnus* sp., *Athyris lamellosa* L'ÉVEILLÉ, *Orthothetes* sp.

c) Plus loin encore, 3 km plus au N, après une nouvelle série schisto-gréseuse fine, donnant des petites marches d'escalier très peu accentuées, une dalle calcaire à Encrines et Polypiers surmontant un petit kreb de 5 m de haut contient : *Productus* sp., *Poteriocrinus crassus* MILLER, *Michelina favosa* M.-EDW. et HAIME, *Rhabdomeson* sp. Un autre itinéraire passant 25 km plus à l'W a recoupé à un niveau très voisin de ce dernier des dalles calcaro-gréseuses ayant fourni : *Muensteroceras* cf. *subglobosum* LIBROVITCH, *Productus semireticulatus*, *Syringothyris cuspidata* MARTIN, *Camarotoechia* sp., *Orthothetes crenistrina* PHILLIPS. Le pendage des couches qui, au voisinage des premiers niveaux à *Spirifer tornacensis*, s'était accru jusqu'à 6° environ, reste maintenant constant au voisinage de 1 ou 2°.

d) Vient ensuite une nouvelle série schisto-gréseuse et calcaro-gréseuse, affectée d'un très léger mouvement anticlinal, d'une vingtaine de mètres de puissance, sur laquelle reposent de belles dalles calcaires fossilifères (l'épaisseur et le nombre de ces dalles croît vers l'E).

Un premier niveau m'a fourni : *Muensteroceras* (nov. sp. ?), *Pro-*

*ductus Martini* MUIR-WOOD (d'après DAVIDSON), *Orthoceras* sp., *Bellerophon* sp., puis un peu plus haut : *Beyrichoceras* cf. *occidentale* FOORD, *Syringothyris cuspidata* MARTIN, *Camarotoechia* sp., *Bellerophon* sp., *Orthoceras* sp.

L'ensemble de ces terrains compris entre Kerb es Slouguia et Kerb es Sefiat peut être nettement classé dans le Tournaisien; les premiers bancs à *Spirifer tornacensis* marquant la base de l'étage, les différentes Goniates recueillies montrant le passage au Viséen, ou mieux, la base du Viséen. Il est à remarquer qu'au Viséen inférieur, les calcaires sont remplacés vers l'W par des couches de plus en plus gréseuses qui finissent par prendre une allure presque continentale.

#### VI. — Terrains compris entre les bancs à *Beyrichoceras* et le Kerb ed Dga.

a) Faisant suite aux dalles calcaires à Goniates, une alternance de couches schisto-gréseuses et de bancs calcaires bleu gris, riches en Encrines (*Poteriocrinus crassus*) et Polypiers dont *Michelina favosa*, se poursuit pendant 4 à 5 km, série peu accidentée si l'on excepte le passage d'un filon de dolérite déterminant une crête d'une dizaine de mètres de haut.

b) Gravissant ensuite une petite éminence d'une dizaine de mètres de hauteur, à bords très aplatis, on recoupe une zone presque exclusivement calcaire, riche en Brachiopodes, Encrines et Polypiers : *Productus fimbriatus* SOWERBY, *Productus semireticulatus* MARTIN, *Rhipidomella Michelini* LEVEILLÉ, *Caninia* sp.

Ces deux séries à faible pendage N (entre 1 et 2°) ont une centaine de m de puissance.

c) Viennent ensuite 8 à 10 m de schistes gréseux fins, puis un reg fin à zones de fech-fech s'étendant sur 1 km jusqu'aux premiers gradins qui précèdent le Kerb ed Dga.

d) Ces gradins sont composés d'une quarantaine de mètres de terrains où alternent les grès plus ou moins tendres gris ou verdâtres, avec des dalles calcaires à patine bleue ou violette, souvent riches en empreintes de Vers et ripple-marks. De bas en haut j'ai pu distinguer les niveaux fossilifères suivants :

1° Dans une dalle calcaire de 30 cm d'épaisseur : *Orthoceras* sp., *Productus Cora* D'ORBIGNY et des articles de Crinoïdes.

2° 5 m plus haut un excellent banc repère, constitué par une dalle calcaire bleue très riche en Polypiers à patine ivoire, du genre *Dibunophyllum*.

3° Immédiatement après, d'autres dalles calcaires ont fourni : *Productus Cora* D'ORBIGNY avec des articles de Crinoïdes ; puis : *Produc-*

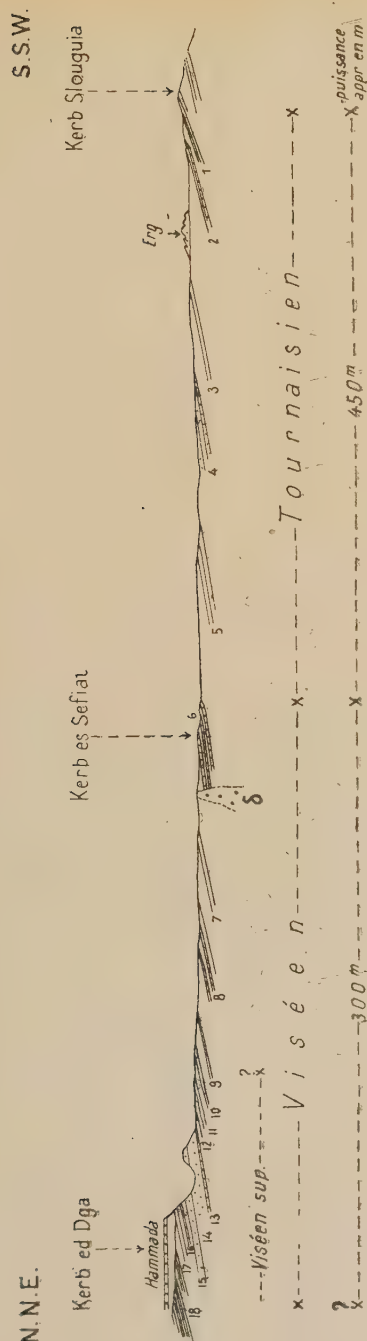


Fig. 4. — Coupe schématique entre le Kerb ed Dga et le Kerb Slouguia.

1 : Bancs gréseux à Rhynchonelles ; 2 : Crêtes graso-calcaires à *Spirifer tornacensis* ; 3 : Dalle calcaire à *Spirifer tornacensis*. *Productus Vaughani*, *Syringothyris cuspidata*... ; 4 : Série gréseuse ; 5 : Niveau à *Muensteroceras* cf. *subglobosum* ; 6 : Dalles calcaires à *Muensteroceras* sp., *Beyrichoceras* cf. *occidentale*... ; 7 : Couches schisto-gréseuses, avec bancs calcaires à *Poteriocrinus crassus*, *Michelinita favosa* ; 8 : Zone calcaire à *Productus fimbriatus*, *P. semireticulatus*... ; 9 : Zone gréseuse ; 10 : Dalle calcaire à *Productus Cora* ; 11 : Dalle calcaire à Polyptères ; 12 : Dalles calcaires à *Productus Cora*, *P. undatus*, *P. scabriculus* ; 13 : Dalle calcaire à patine violette ; 14 : Grès tendres clairs ; 15 : Grès rouge vin ; 16 : Grès clairs bourrés de *Productus Giganteus*, *P. undatus* ; 17 : Filon de dolérite.

*tus undatus* DEFRANCE, *Productus* cf. *scabriculus* (en très grande abondance), *Productus* *Cora* D'ORBIGNY. Cette première série de gradins se termine par une dalle calcaire à belle patine violette qu'on retrouve dans les endroits bien dégagés au pied du Kerb ed Dga.

e) Dans la falaise du Kerb ed Dga, on peut distinguer les niveaux suivants :

1° 15 m de grès tendres blanchâtres, recouverts par une dalle gréseuse à ripple-marks.

2° 12 m de grès rouge vin, tendres, avec traces d'entrecroisements.

3° 7 m de grès jaunes recouverts par une dalle calcaire supportant une dalle gréseuse.

4° 4 m de grès jaunâtres, tendres, avec niveaux à ripple-marks.

5° 2 m de grès blanchâtres bourrés de *Productus giganteus*.

6° 6 m de grès jaune clair avec deux dalles encore très riches en *Productus giganteus* accompagnés de *Lonsdaleia* sp.

7° 3 m de marnes gréseuses rouges recouvertes par une dalle calcaro-gréseuse ayant fourni : *Productus giganteus* MARTIN, *Syringothyris cuspidata* MARTIN, *Spirifer* cf. *trigonalis* MARTIN.

8° 3 m de schistes gréseux rouges, à empreintes de Lamelli-branches.

Ce dernier niveau est le plus élevé que nous ayons pu observer, la Hammada d'Ain el Barka masquant les terrains postérieurs loin vers le N.

50 km plus à l'W, un autre itinéraire a recoupé au pied du Kerb ed Dga une zone fossilifère qui, d'après sa position par rapport aux bancs à Goniaticites, serait légèrement au-dessous des niveaux à *Productus giganteus*. J'y ai recueilli, outre des *Pachypteria* de grande taille, une faune abondante de Brachiopodes, Lamelli-branches, Crinoïdes, etc... : *Spirifer trigonalis* MARTIN, *Spiriferina laminosa* MAC COY, *Dielasma hastata* SOWERBY, *Productus muricatus* PHILLIPS, *Productus* cf. *scabriculus* MARTIN, *Athyris ambigua* SOWERBY, *Phricodothyris lineata* MARTIN, *Rhodocrinus* sp., *Heterotrypa* sp., *Rhabdomeson* sp., *Helioalcyon* sp.

Toute cette dernière série appartient nettement à l'étage viséen : elle repose sur les bancs à Goniaticites du Viséen inférieur et contient une faune franchement viséenne. L'analogie de cette série avec celle du bord N du synclinal de Tindouf est assez accentuée, surtout en ce qui concerne la partie supérieure, riche en bancs à *Productus giganteus* (cependant bancs gréseux et non calcaires). Pour l'instant il est difficile de vouloir séparer un Viséen supérieur d'un Viséen inférieur, mais, en tout cas, il est probable que la fin de l'étage n'est pas loin sous la Hammada d'Ain el Barka après les bancs à *Productus giganteus*, étant donné la couleur et le faciès que prennent les derniers dépôts :

franchement gréseux avec bancs calcaires de plus en plus rares et accentuation de la coloration rouge.

On nous pardonnera cette longue et fastidieuse énumération qui traduit cependant la grande uniformité des faciès dans la série que nous venons d'étudier. En effet, d'une part au point de vue lithologique, tout au long des grès inférieurs, du Dévonien, et du Carbonifère inférieur, les faciès gréseux ou schisto-gréseux dominent très largement ; d'autre part au point de vue biologique, les faciès à Brachiopodes sont de loin les plus fréquents. Le petit nombre de *Goniatites* récoltées pourrait faire entrevoir cependant des liaisons possibles mais de très courte durée avec le sillon profond des zones orientales.

Il semble que cette zone d'Aouïnet Legra ait toujours été une aire très néritique, parfois même émergée, placée en bordure du massif « Karêt-Yetty-Eglab », qui, lui-même, aurait pu constituer, plus souvent qu'on ne l'admet généralement, une dorsale faisant compartiment plus ou moins étanche entre les deux zones N et S de l'W saharien (cf. différence entre le synclinal de Tindouf et le bassin de Taoudenni).

Cette étude locale un peu plus complète du flanc S du synclinal de Tindouf pose un certain nombre de problèmes que nous tâcherons d'éclaircir au cours de nos prochaines reconnaissances. Il sera notamment intéressant :

1° de mettre en évidence la part, peut-être nulle, qui revient à l'époque gothlandienne dans la zone d'Aouïnet Legra (liaisons à établir avec le Pays Mechem) ;

2° de préciser l'existence possible de cette dorsale « Karêt-Yetty » ;

3° d'essayer de faire la liaison entre les régions d'Aouïnet Legra, du Pays Mechem et du Zemmour.

---



## OBSERVATIONS GÉOLOGIQUES SUR LES ILES DU CAP VERT

PAR J.-M. Pires Soares<sup>1</sup>.

La série sédimentaire des îles du Cap Vert s'étend du Jurassique supérieur au Quaternaire.

Des découvertes récentes nous permettent de préciser certains points : présence possible du Jurassique tout à fait supérieur dans l'île de Maio, découverte du Sénonien et de l'Éocène à São Nicolau, précisions sur le Néogène et le Quaternaire.

## GÉOLOGIE.

*Jurassique supérieur et Crétacé inférieur.* — Dans l'île de Maio, il existe des couches redressées jusqu'à la verticale. Elles sont formées de calcaires dolomitiques à nodules de silex, sutures et stylolites, appartenant vraisemblablement au Jurassique supérieur (Portlandien) [26], en contact indéterminé avec le Crétacé inférieur (jusqu'à l'Aptien) [19] et caractérisés par les macro- et micro-faunes qu'ils renferment : Radiolaires, *Aptychus*, *Parahoplites*, *Lytoceras*, *Phylloceras*, *Crioceras*, *Heteroceras*, etc... Ces calcaires à nodules de silex observés par Friedlaender [8], dans les îles de Boa Vista, de Maio et de Sal, avaient été précédemment cités par Lopes de Lima [1] et par Botelho da Costa [4], qui les ont découverts dans l'île de Sal, près du mont de Pedra Lume (étymologiquement *mont de la pierre à feu*).

*Sénonien.* — A la suite de nouvelles recherches en 1948, nous croyons devoir signaler dans l'île de São Nicolau, un sédiment marneux, situé à environ 250 m d'altitude, appartenant peut-être au Sénonien, d'après quelques fossiles récoltés par Bacelar Bebiano [15] au Mont Focinho ; ce sont des exemplaires de *Cardita* (*Venericardia*) aff. *libyca* ZIT. et *Turritella* (*Zaria*) *Bonei* BAILY. On peut comparer ces dépôts avec ceux du Sénonien marneux, caractérisé par cette espèce de Turritelle, que l'on connaît en Angola [11, 13, 14, 22, 23] et en Afrique du Sud [2, 5, 6, 11, 14].

Si notre hypothèse était confirmée, ce sédiment du Mont

1. Note présentée par M. R. Furon à la séance du 8 novembre 1948

Focinho se rapporterait à la transgression sénonienne qui a envahi le continent africain de l'embouchure du Niger, vers le N, à travers le Sahara et qui, en confluant avec la Méditerranée, aussi transgressive, a découpé l'Afrique en trois grandes îles [17, 21] ; de même elle appuierait l'opinion de J. Bourcart [24] qui, d'après leur ressemblance avec certaines roches de l'Afrique Occidentale française, considère comme sénoniennes quelques formations des îles de Sal et de Santiago.

**Éocène.** — D'autres données paléontologiques recueillies dans une autre assise marneuse du Mont Focinho nous avaient déjà conduit à la présomption de l'existence d'un dépôt éocène (Lutétien ?) dans l'île de São Nicolau. Bacelar Bebiano [15] y avait récolté des fossiles que nous avons attribués à *Pectunculus* aff. *Fichteli* DESH., *Cardita catalaunensis* DE LAUBRIÈRE (COSSMANN), *Fissurella Fenauxi* COSS., *Conus Dujardini* LMK., *Pecten* sp., *Ranella marginata* GM., *Cardita trapezia* (LIN.) BRUG., etc.

On trouve donc dans l'île de São Nicolau, des témoins sénoniens et probablement lutétiens.

Nous admettons cette hypothèse que l'on devrait considérer comme sénoniens ou nummulitiques les calcaires, tenus comme métamorphiques et azoïques, qui ont été trouvés dans quelques îles (São Vicente, Sal, Maio, Santiago) et îlots (Grande, Carneiro, Baixinha, Barrete et De Cima) de l'Archipel du Cap Vert.

**Néogène.** — En ce qui concerne les dépôts plus récents, de nouvelles récoltes dues à Bacelar Bebiano, réalisées dans toutes les îles mais surtout dans celle de Santiago, confirment la présence du Vindobonien dans cette île (précédemment signalé par Sousa Torres [12] et par Furon [17]). Nous attribuons le même âge à certains sédiments calcaires d'autres îles (Santa Luzia, îlot Raso, São Nicolau et Maio). D'autres dépôts sédimentaires, des calcaires gréseux, de type falunien, que l'on trouve en d'autres îles (Santo Antão, São Vicente, Sal, Boa, Vista, îlots Grande et De Cima) et qui ont le même faciès et la même microfaune, sont probablement du même âge.

Dans chacune de ces îles, et par extension dans l'ensemble de l'archipel, les sédiments modernes se placent périphériquement. Ils forment des terrasses, des « plages fossiles » et présentent un faciès nettement néritique, plus ou moins homogène et synchronique ; jusque dans les lignes de rivage, où on les trouve dans des aires délimitées, ils se disposent en assises, de puissance assez variable et dont le pendage est à peine accusé. Ce sont des calcaires contenant un pour-

centage plus ou moins grand d'*Amphistegina Lessonii* D'ORB. et d'*Elphidium crispus* LIN., espèces qui, de pair avec celles qui composent la presque totalité de la micro-faune, se présentent, presque toujours, associées à de menus fragments extrêmement abondants, plus ou moins dominants, d'Algues calcaires, telles que *Lithothamnium isthmi* HOWE (aff. *Lithothamnium ramosissimum* (REUSS.) SCHIMPER), *Lithothamnium Vaughanii* HOWE (aff. *Lithothamnium crassum* PHILIPPI (HAUCH)) et *Lithophyllum decussatum* ELLIS et SOLANDER (= *Lithophyllum Farlowii* HEYDRICH).

En ce qui concerne la faune de Mollusques, il y a un large pourcentage d'espèces amplement représentées dans le Néogène de l'Europe occidentale et de l'Afrique du Nord, avec une nette prédominance de celles de la faune européenne. Dans les mêmes sédiments calcaires, BACELAR BEBIANO a récolté quelques exemplaires de *Clypeaster altus* KLEIN (île de São Nicolau) et de *Clypeaster Martini* DESMOULINS (îles de São Nicolau et de Santiago).

En résumé, d'après l'association constante des genres *Amphistegina* et *Elphidium*, *Lithothamnium* et *Lithophyllum* avec la faune malacologique (comprenant des genres et des espèces incontestablement miocènes), nous concluons au Néogène moyen, au Vindobonien *sensu lato*. L'apparition de formes comme *Clypeaster altus* KLEIN et *Cl. Martini* DESMOULINS de l'Helvétien, semble fortifier notre opinion. Cependant, on doit noter que, si d'un côté, une partie de la faune de Mollusques présente un cachet vindobonien, d'autre côté, il y a un pourcentage variable d'espèces représentatives du Plaisancien-Astien, c'est-à-dire du Néogène supérieur.

**Quaternaire.** — Aux îles du Cap Vert, les couches néritiques néogènes sont recouvertes par des coulées basaltiques. Celles-ci, attaquées à leur tour, ont fourni des galets de conglomérats quaternaires (Furon, [17]). De même que Furon, nous datons du Quaternaire les sédiments clastiques consolidés (conglomérats à cailloux roulés de volcanites agglutinés par un ciment calcarogréseux fin, et certains grès calcaires sableux) et les dépôts détritiques meubles constitués par des dunes et des sables. Nous croyons que les œufs fossilisés de *Testudo calcarata* SCHNEIDER de l'île de Maio ainsi que les souches fossilisées de *Tamarix* sp. et de *Palmae*<sup>1</sup> appartiennent à la même période. *Testudo calcarata* ne vit plus dans l'archipel.

Nous ne pouvons pas laisser de faire allusion, bien que très

1. Trouvées par NEWTON (1898), BACELAR BEBIANO [15], et CHEVALIER [16], ou des restes d'autres végétaux, aussi fossilisés, récoltés dans quelques îles cap-verdiennes par FISCHER [3] et ensuite étudiés par BRONGNIART (1874).

rapidement aux dépôts sablonneux couvrant de larges surfaces dans la plupart des îles cap-verdiennes. Ils sont, en général, formés par des sables deutogènes calcaires que l'analyse microscopique nous a révélé être constitués (au moins pour quelques échantillons de sable de l'île de Santa Luzia et de l'île de Boa Vista) par des Foraminifères associés, en pourcentage variable, à des particules roulées de coquillages et de volcanites. Cette constatation nous semble indiquer qu'il y a eu une époque, géologiquement reculée, pendant laquelle les roches calcaires d'origine organique ont occupé de grandes surfaces. Nous avons la conviction que ces aires ont été réduites aux affleurements actuels par l'érosion, qu'elles ont été recouvertes par des épanchements volcaniques quaternaires ou récents. Cette opinion se trouve peut-être justifiée par la présence d'affleurements de couches sédimentaires calcaires si largement représentées dans les îles de Sal, Boa Vista et Maio; on y vérifie que les surfaces occupées par les plutonites, mises à découvert par l'érosion, sont aussi plus vastes que dans les autres îles cap-verdiennes; en outre, ces trois îles de l'archipel sont très peu accidentées et montrent une topographie générale assez plane. L'île de Sal, surnommée « le porte-avions » est même une pénéplaine, selon Chevalier [16].

Il nous reste encore à parler de certains tufs calcaires ou travertins qui encroûtent quelques coquilles et présentent des moulages de végétaux. Ces dépôts de sources se présentent plus fréquemment dans les îles de Sal et Brava, en rapport avec la résurgence d'eaux chlorurées, saturées de carbonates. On a reconnu des accumulations<sup>1</sup> formées soit par des travertins (les dépôts plus anciens) soit par des calcaires tufacés (les plus récents) qui imprègnent ou « fossilisent » des matériaux organiques, *Sideroxylon*, *Vitis*, *Leptaxis*, etc.

#### PALÉOGÉOGRAPHIE.

D'après les données paléontologiques et stratigraphiques exposées dans un travail antérieur (1946), d'après les éléments pétrologiques, géologiques et physiographiques contenus dans l'œuvre si importante de Bacelar Bebiano (1932), nous chercherons à esquisser rapidement les rapports génétiques des roches éruptives (dont l'analyse chimique a été tout récemment abordée par Cotelô Neiva, 1940 et 1946), et des roches sédimentaires qui affleurent dans les îles cap-verdiennes.

1. NEWTON (1899), BACELAR BEBIANO [15], CHEVALIER [16], LUIZ DE SALDANA (1945).

Tout semble nous conduire à admettre que ces îles ont eu leur genèse à partir d'un socle hypogénique holocristallin dont les témoins ont été mis plus ou moins à découvert par l'érosion. On peut reconnaître ces témoins dans presque toutes les îles, constitués par des plutonites (*Tiefengesteine* de BERGT). Sur ce socle, en toute vraisemblance en rapport avec un continent, ont été déposés les sédiments mésozoïques (Jurassique supérieur et Crétacé) plus évidents dans l'île de Maio (et aussi probablement dans celles de Sal et de Boa Vista); dans l'île de São Nicolau (Mont Focinho) et aussi, d'une forme encore imprécise, dans d'autres îles où on a enregistré l'existence de calcaires métamorphiques, dolomitiques, marmorisés ou renfermant des grains de quartz, de magnétite et des paillettes de biotite (Sénonien ?). On peut admettre que la région cap-verdienne a supporté les conséquences des plissements alpins, dont le témoignage peut être représenté par des calcaires nummulitiques (identifiés uniquement grâce à quelques formes fossiles, trouvées par Bebiano dans l'une des assises marneuses du Mont Focinho, île de São Nicolau). On pourrait dater de ce moment un soulèvement global, et que nous réputons antérieur à la fragmentation de l'archipel, manifesté par les anciens épanchements laviques (le *Trapp* de Hartung), constitué en général par des trachytes, alternant avec des basaltes et des andésites. Ces roches, altérées par endroits, entourent les affleurements du socle plutonique ou constituent des restes de vieux cônes volcaniques, érodés et écroulés, qui ont été soigneusement étudiés par Stubel [7]. A ce second noyau éruptif peuvent appartenir quelques-unes des roches de la série trachy-phonolitique, avec prédominance de magma phonolitique, formant quelques laccolithes, reconnus par Bacelar Bebiano et comprenant encore des laves basiques, labradoritiques, où s'interposent des injections filoniennes (*ganggesteine* de Bergt).

Ces dernières laves encerclent plus ou moins localement des appareils volcaniques dont le type explosif est démontré par des scories, des lapilli et des tufs, qui toujours ou, presque toujours, s'associent aux épanchements laviques (*Ergussgesteine* de Bergt). Une période évidemment transgressive et d'accalmie volcanique s'est ensuivie, englobant tout le Néogène moyen et supérieur, période du dépôt des sédiments miocènes et pliocènes, si largement représentés dans ces îles, en comparaison avec ceux que l'on trouve dans les autres archipels de la Macaronésie.

On signale tout de suite des phénomènes d'une régression quaternaire, contemporains d'une assez forte dislocation régionale et d'une émergence partielle, en correspondance avec le maintien de l'équilibre isostatique, compensé par des épanchements laviques importants et plus modernes. De cette manière, les nouveaux matériaux éruptifs (basaltes, limburgites, etc...) ont enveloppé, aussi bien dans l'ensemble de la région macaronésienne que dans chacun des composants de leurs archipels, les

sédiments, les volcanites et les plutonites plus anciennes, en les recouvrant et en les cachant plus ou moins largement. Des périodes de repos anté- et post-holocènes sont marquées par l'accumulation de sables récents et par la formation des dunes et des conglomérats — constitués par des matériaux arrachés à d'anciennes formations — ayant les caractéristiques de dépôts littoraux ou d'estuaire.

# BIBLIOGRAPHIE

1. 1844. LOPES DE LIMA, J. J. — Ensaio sobre a statistica das Possessões portuguezas. Liv. prim., Imprensa Nacional, Lisboa.
2. 1855. BAILY, W. H. — Description of some Cretaceous Fossils from South Africa; collected by Cap. GARDEN. *Quart. Jour. Geol. Soc.*, vol. XI, p. 458, pl. XII, fig. 7.
3. 1874. FISCHER, Paul. — Sur les fossiles des îles du Cap Vert rapportés par M. CESSAC. *CR. Ac. Sc.*, t. 73, p. 41-43.
4. 1882. BOTELHO DA COSTA, J. V. — A Ilha do Sal de Cabo Verde. *Boll. Soc. Geog. Lisboa*, 3<sup>a</sup> sér., n<sup>o</sup> 14, II, p. 656.
5. 1904. ETHERIDGE, R., jr. — Cretaceous Fossils from Natal. I. The Umkwele Deposits. *2nd Rep. Geol. Surv. Natal and Zululand*, p. 85, pl. II, fig. 28-31, pl. III, fig. 9.
6. 1906. WOODS, H. — The Cretaceous Fauna of Pondoland. *Ann. South Afr. Mus.*, vol. 4, p. 317, pl. XXXVIII, fig. 11-12.
7. 1911. STÜBEL, A. — Sur la diversité génétique des montagnes éruptives. (Traduit de l'allemand par W. PRINZ et C. VAN DE WIELE). *Nouv. Mém. Soc. Belge Géol., Pal., Hydr.*, n<sup>o</sup> 4.
8. 1913. FRIEDLAENDER, Immanuel. — Beiträge zur Kenntniss der Kapeverdischen Inseln. Die Ergebnisse einer Studienreise im Sommer, 1912. (Avec une esquisse pétrographique par W. BERGT.) 409 p., 49 pl., 14 cartes. D. Reimer. Berlin.
9. 1913. HENNIG, E. — Aptychen von den Cap Verdischen Inseln. *Zeitsch. Geol. Ges.*, t. 65, p. 151-158, 4 pl.
10. 1914. FRIEDLAENDER, Immanuel. — Subsídios para o conhecimento das Ilhas de Cabo Verde. Resultado de uma viagem de estudo no verão de 1912, por I. Friedlaender com uma breve noticia sobre as rochas das ilhas de Cabo Verde. (Traduit de l'allemand par J. GARCIA GUERREIRO.) *Bol. Soc. Geog. Lisboa*.
11. 1926. DU TOIT, A. L. — Geology of South Africa. Oliver and Bogel, London, p. 322, 324 and 326, fig. 52 (9).
12. 1927. SOUSA TORRES, A. — Notas para a estudo da fauna fóssil do Arquipélago de Cabo Verde. *Bol. Agência Geral Colónias*, n<sup>o</sup> 25, p. 41-47. (Reproduit in BACELAR BEBIANO, p. 185-188, 1932.)
13. 1929. RENNIE, J. V. L. — Cretaceous Fossils from Angola (Lamellibranchia and Gasteropoda). *Ann. South Afr. Mus.*, vol. XXVIII, p. 9.
14. 1930. RENNIE, J. V. L. — New Lamellibranchia and Gasteropoda from

- the Upper Cretaceous of Pondoland. *Ann. South Afr. Mus.*, vol. XXXIII, p. 159-260, pl. XVI-XXXI.
15. 1932. BACELAR BEBIANO, J. — A Geologia do Arquipélago de Cabo Verde. *Com. Serv. Geol. Portugal*, t. XVIII.
  16. 1935. CHEVALIER, A. — Les Iles du Cap Vert. Flore de l'Archipel. *Rev. Bot. appl. Agron. tropicale*, t. XV, p. 733-1090.
  17. 1935. FURON, R. — Notes sur la Paléographie de l'Océan Atlantique. La Géologie des îles du Cap Vert. *Bull. Mus. Hist. nat.*, 2<sup>e</sup> sér., t. VII, p. 270-274.
  18. 1935. HEINZ, R. — Unterkreide Inoceramen von der Kapverden Insel Maio. *Neues Jb. Min., Geol., Pal.*, 73 Bd., Abt. B., 2 Heft.
  19. 1935. STAHLCKER, R. — Neocom auf den Kapverden-Insel Maio. *Ibid.*, 73 Bd., Abt. B., Heft 2.
  20. 1940. COTELO NEIVA, J. M. — Considerações sobre o quimismo das formações eruptivas do Arquipélago de Cabo Verde. *Publ. Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Ciênc. Porto*, n<sup>o</sup> XVII.
  21. 1941. FURON, R. — La Paléogéographie. Essai sur l'évolution des continents et des océans. Payot, Paris.
  22. 1945. RENNIE, J. V. — Lamelibranquios e Gasterópodos do Cretácico superior de Angola. *Memórias-Ser. Geol. I*. Ed. Junta das Missões Geográficas e de Investigações Coloniais, Ministério das Colónias, Lisboa.
  23. 1946. BORGES, A. — A costa de Angola da Baía da Lucira à foz do Ben-tiana (Entre Benguela e Mossâmedes). *Bol. Soc. Geol. Portugal*, vol. V, fasc. III, p. 141-150.
  24. 1946. BOURCART, J. — Géologie des Iles Atlantides. *Soc. Biogéographie, Mémoires*, VIII, p. 9-40.
  25. 1946. COTELO NEIVA, J. M. — Afinidades provinciais petrográficas entre ilhas do Atlantico. *Bol. Soc. Geol. Portugal*, vol. V, fasc. III, p. 159-164.
  26. 1946. PIRES SOARES, J.-M. — A propósito dos *Aptychi* da Ilha de Maio (Arquipélago de Cabo Verde). *Bull. Soc. Portugaise Sc. Nat.*, t. XV, p. 101-104. (Note préliminaire, avec un résumé en français).
  - A propósito dos *Aptychi* da Ilha de Maio (Arquipélago de Cabo Verde). Monographie rapportant la chronologie zoologique des *Aptychi*, systématique et classification des nouveaux exemplaires récoltés, en 1945, dans l'île de Maio, 1946. (A l'impression).
  27. 1946. SOUSA TORRES, A. et PIRES SOARES, J.-M. — Formações sedimentares do Arquipélago de Cabo Verde. I. Actualização de conhecimentos. *Memórias-Série Geológica*, III. Ed. Junta das Missões Geográficas e de Investigações Coloniais, Ministério das Colónias, Lisboa.
  28. 1948. BACELAR BEBIANO, J. et PIRES SOARES, J.-M. — Note from some Senonian Fossils of São Nicolau Island (Cape Verde Islands). Communication présentée à la XVIII<sup>e</sup> Sess. *Int. Geol. Congr.*, London. *Titles and Abstracts*, p. 111-112.
  29. 1948. PIRES SOARES (J.-M.). — Noticia sistematica de duas espécies fósseis da Ilha de São Nicolau (Arq. de Cabo Verde), colhidas pela Eng. J. BACELAR BEBIANO, 1930. Faculté des Sciences de Lisbonne (à l'impression).



# SUR UNE ESPÈCE HAUTERIVIENNE DE TÉRÉBRATULIDÉS SUISSE ET MÉDITERRANÉENNE

PAR **France Catzigras** <sup>1</sup>.

On récolte fréquemment dans les gisements du Néocomien supérieur provençal une Térébratule à galbe particulier. L'expansion de ses gisements, son abondance, sa forme caractéristique, quoique très polymorphe, en permettent une étude assez complète.

Jusqu'alors cette espèce a été confondue à tort avec *T. praelonga* SOWERBY. Or Pictet <sup>2</sup> et de Loriol <sup>3</sup> avaient déjà fait remarquer très judicieusement que cette dernière espèce appartenait au « lower greensand » anglais, mais ne se trouvait ni en Suisse ni en France.

L'examen de nombreux échantillons provençaux et la bibliographie des Térébratulidés crétacées conduit à considérer la forme appelée jusqu'ici *T. praelonga* auct., et à la séparer du type de Sowerby. Je nomme cette espèce, abondante aussi dans les gisements de Sainte-Croix : *T. sanctae crucis*.

## *Terebratula sanctae crucis* nov. sp.

Fig. 1 (1-2-3-4-5-6-7).

- 1834. *Terebratula biplicata acuta*, DE BUCH : Ueber Terebrateln, p. 108 et *Mém. S. G. F.*, tome III, p. 220 (*non biplicata* Brocchi).
- 1842. *Terebratula praelonga*, MATHERON : Cat. Corps org. fos., p. 130.
- 1847. *Terebratula praelonga*, D'ORBIGNY : Pal. fr. Terr. crét., tome IV, p. 75, pl. 506; 1-7.
- 1850. *Terebratula praelonga*, D'ORBIGNY : Prodrôme, tome II, p. 85.
- 1851. *Terebratula acuta*, QUENSTEDT : Handb. der Petref., p. 473, pl. 38, fig. 2.
- 1861. *Terebratula acuta*, DE LORIOI : Descr. Invert. foss. Mont. Salève, p. 115, pl. 15, fig. 1-10.
- 1874. *Terebratula biplicata acuta* <sup>4</sup>, QUENSTEDT : 2<sup>e</sup> Bd., Petref. Deutsch., Brachiopoden, p. 384, pl. 48, fig. 70-74.
- 1874. *Terebratula acuta*, PICTET et CAMPICHE : Descrip. foss. terr. crét. des env. de Sainte-Croix, V<sup>e</sup> partie, p. 75, pl. CCII, fig. 14.

1. Note présentée à la séance du 8 novembre 1948.

2. PICTET et CAMPICHE. Matériaux pour la Paléontologie Suisse. Description du terrain crétacé des environs de Sainte-Croix, V<sup>e</sup> partie, p. 76 (histoire), 1871.

3. DE LORIOI in PICTET et CAMPICHE, *loc. cit.*

4. Si, dans la légende de la planche 48, QUENSTEDT emploie l'appellation *T. acuta*, le texte, auquel il renvoie p. 384, transcrit : *T. biplicata acuta*.

DESCRIPTION. — Coquille ovale, subtriangulaire, légèrement asymétrique, toujours plus longue que large, quelquefois très allongée, quelquefois plus pentagonale, amincie du côté du crochet. Plus grande largeur toujours située au delà de la  $1/2$  longueur, aux  $3/5$  en moyenne. Valves uniformément bombées dans leur partie cardinale, présentant des plicatures dans leur partie frontale et un léger aplatissement du côté gauche. Crochet relativement peu arqué, arrondi sur les côtés. Foramen moyen, deltidium bordé par deux petits bourrelets. La valve ventrale porte une côte médiane bordée de deux dépressions. La valve dorsale présente un sillon médian bordé de deux côtes obtuses. Commissures des valves, sinueuses. La commissure frontale présente trois angles, plus ou moins arrondis, ouverts en forme de M renversé. Surface lisse, marquée par de fines lignes d'accroissement. Ponctuation très fine.

RAPPORTS et DIFFÉRENCES. — *T. sanctae crucis* se distingue de :

*T. praelonga* SOWERBY, par l'allongement plus rectangulaire que triangulaire de sa région cardinale, son angle apical nettement plus ouvert, son deltidium plus court, sa plicature beaucoup plus accentuée (fig. 1 : 12 a-b et 13) ;

*T. salevensis* DE LORIO, par un contour moins arrondi, son plus grand allongement, la forme de son crochet (fig. 1 : 8 a-b-c-d et 9 a-b-c-d) ;

*T. russiliensis* DE LORIO, par la plus grande longueur de son deltidium, son foramen plus petit, une plicature plus localisée dans la partie frontale (fig. 1 : 10 a-b-c-d et 11 a-b-c-d) ;

*T. Carteroni* D'ORBIGNY, par la plus grande longueur de son deltidium, un galbe proportionnellement moins bombé, une forme moins quadrangulaire, plus allongée (fig. 1 : 15 et 14 a-b) ;

*T. valdensis* DE LORIO, par la plus grande longueur de son deltidium, un galbe plus bombé, un crochet moins recourbé, la commissure de ses valves plus sinueuse (fig. 1 : 16 a-b-c, 17 a-b-c et 18 a-b) ;

*T. sella* SOWERBY, par sa forme plus allongée, son angle apical moins ouvert, son épaisseur moindre à longueur égale, la côte médiane de sa valve ventrale plus voûtée et même quelquefois anguleuse (fig. 1 : 19 a-b-c-d et 20 a-b).

VARIATIONS. — *T. sanctae crucis* est une espèce très polymorphe. Les variations du galbe de ses individus tendent parfois à la rapprocher des espèces dont nous venons justement de la différencier.

On pourrait ainsi la confondre avec *T. salevensis* DE LORIO.

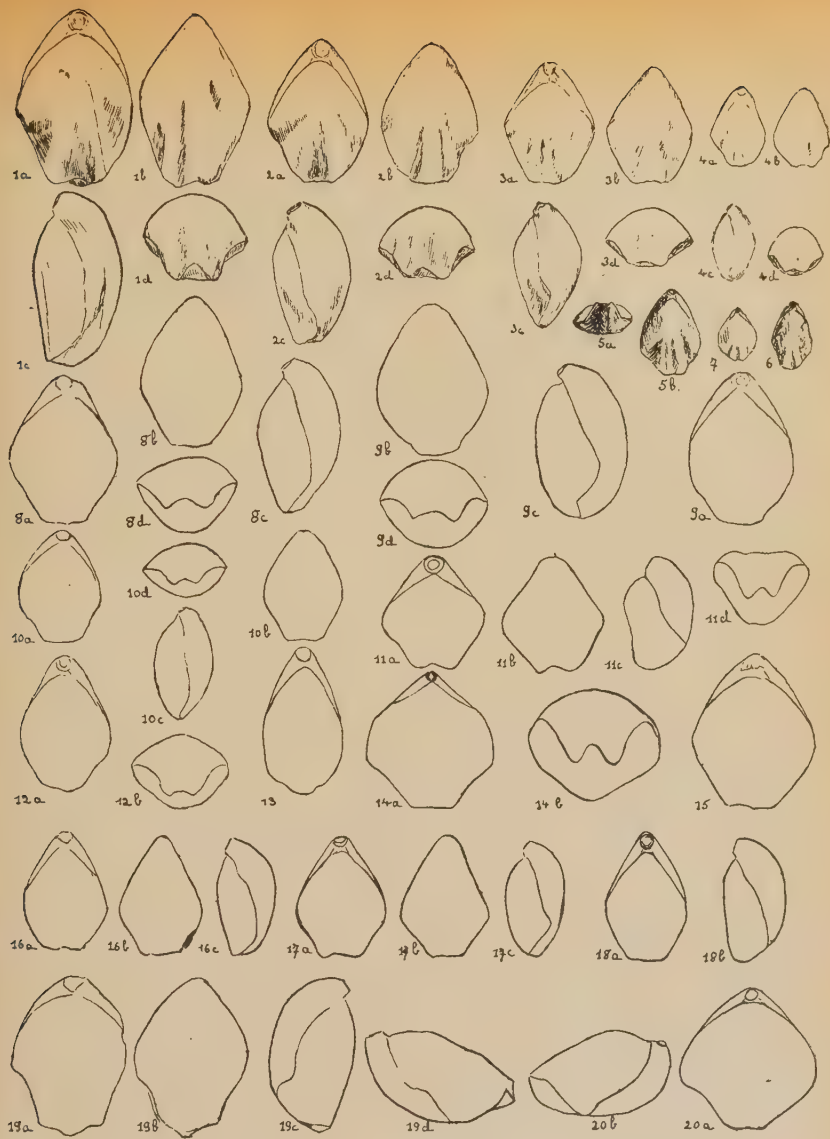


FIG. 1.

1 a-b-c-d, 2 a-b-c-d, 3 a-b-c-d, 4 a-b-c-d : *Terebratulata sanctae crucis* nov. sp. (N.-D. de Consolation près Mirabeau) ; 5 a-b. : *T. buplicata acuta* QUENSTEDT (Petrefactenkunde Deutschlands zweiter Band, die Brachiopoden, p. 384, tab. 48, fig. 72) ; 6 : *id.*, fig. 73 ; 7 : *id.*, fig. 74 ; 8 : *T. sanctae crucis* nov. sp. (N.-D. de Consolation) ; 9 a-b-c-d : *T. salevensis* DE LORIO (PICTET et CAMPICHE : Descrip. foss. terr. crét. des env. de Sainte-Croix, V<sup>e</sup> part., p. 72, pl. CCII, fig. 9) ; 10 a-b-c-d : *T. sanctae crucis* nov. sp. (N.-D. de Consolation) ; 11 a-b-c-d : *T. russiliensis* DE LORIO (PICTET et CAMPICHE, *loc. cit.*, p. 68, pl. CCII, fig. 1 a-1 b) ; 12 a-b : *T. sanctae crucis* nov. sp. (N.-D. de Consolation) ; 13 : *T. prae-longa* SOWERBY (in FITTON : *Trans. Geol. Soc.*, tome IV, p. 338, pl. 14, fig. 14, du lower greensand ; 14 a-b : *T. Carteroni* D'ORBIGNY (Pal. fr. terr. crét., tome IV, p. 80, pl. 507, fig. 2-4) ; 15, 16 a-b-c, 17 a-b-c : *T. sanctae crucis* nov. sp. (N.-D. de Consolation) ; 18 a-b : *T. valdensis* DE LORIO (PICTET et CAMPICHE, *loc. cit.*, p. 65, pl. CCI, fig. 13 a-b) ; 19 a-b-c-d. *T. sanctae crucis* nov. sp. (N.-D. de Consolation) ; 20 a-b. *T. sella* SOWERBY (Min. Conch., pl. 437, fig. 1, du lower greensand).

N. B. Tous les échantillons sont figurés avec une réduction de 2/3.

dans les formes où elle présente un allongement de la partie frontale sans intensification de sa plicature, et en particulier de *T. sella* SOWERBY dans ses formes les plus élargies. Mais dans toutes ces variations, le deltidium et le crochet restent identiques, présentant un caractère stable spécifique.

Remarquons que contrairement aux échantillons en provenance de Sainte-Croix, ceux de Mirabeau, de la Sainte-Baume, d'Allauch, recueillis jusqu'ici, ne présentent pas de variété dans la plicature des valves, et principalement la petite valve ou valve dorsale.

DÉNOMINATION. — Cette espèce, comme l'ont fait remarquer Pictet et Campiche (*loc. cit.*, p. 76), ne doit pas s'appeler *T. biphlicata*, ce nom étant réservé à une espèce jurassique décrite par Brocchi en 1814.

Elle ne peut porter non plus le nom de *T. praelonga* SOWERBY dont nous l'avons nettement différenciée.

On ne peut encore moins la désigner par le nom de *T. acuta* à la suite de Pictet et Campiche. *T. acuta* est une espèce liasique étudiée et représentée par Sowerby, avec un galbe tout à fait particulier.

Rappelons enfin que de Buch et Quenstedt l'ont étudiée sous le nom de *T. biphlicata acuta*, nom double qui prêtait déjà à confusion.

GISEMENTS. — Marnes hauteriviennes provençales ; Joug de l'Aigle, Allauch, N.-D. de Consolation près Mirabeau.

Matheron en a recueillies à Martigues, de Brun au Reposoir près de Poncin dans l'Ain, en Algérie près de Bel Abbès (Oran).

De nombreux auteurs (Pictet et Campiche, de Loriol, etc.) la signalent dans le Néocomien suisse, dans les gisements du Mont Salève, à Neuchâtel, Sainte-Croix, dans le Jura, etc.

AGE. — D'après les travaux de différents auteurs qui ont étudié cette espèce, *T. sanctae crucis* semble avoir une aire d'expansion stratigraphique assez étendue, du Valanginien à l'Urgonien.

En Provence, comme dans la plupart des gisements suisses, elle caractérise nettement l'Hauterivien.

---

# OBSERVATIONS NOUVELLES SUR LE PERMO-TRIAS ET LA BASE DU LIAS DANS LE MAROC CENTRAL ET LE MOYEN-ATLAS SEPTENTRIONAL.

PAR **Henri** ET **Geneviève Termier**<sup>1</sup>.

Les couches comprises entre les terrains dits hercyniens et le Lias des territoires considérés, couches qui sont en grande partie rutilantes, posent encore aux géologues de multiples problèmes, à commencer par la distinction du Permien, du Trias et de la base du Lias. Nous apportons ici quelques faits qui permettront de serrer cette distinction d'un peu plus près.

Cette note est écrite depuis longtemps. Mais ayant eu l'occasion de revenir au Maroc en 1947 nous avons tenu à vérifier nos observations sur le terrain, et nous avons convié J. Agard Ph. Morin et J. Colo à venir avec nous sur les points pouvant prêter à discussion. Nos confrères nous ont ainsi apporté un concours précieux dont nous nous plaisons à les remercier ici.

## LA DISCORDANCE ENTRE AUTUNIEN ET PERMO-TRIAS.

Dans la région de Khenifra on observe deux ensembles de couches rouges : 1) des grès, des conglomérats et des schistes à *Walchia piniformis* SCHL. qui ont été rapportés [1, p. 32] à l'Autunien ; 2) des pélites, des grès et des argiles associées à des lentilles de gypse et de sel. Cette formation, qui renferme une grande nappe de basalte, représente le Permo-Trias des auteurs [1, p. 644].

Entre Khenifra et El Bordj, l'Autunien forme un synclinal profond dont le bord SE est relevé localement jusqu'à la verticale tandis que le Permo-Trias est subhorizontal, aussi l'un de nous a-t-il pu conclure à une discordance entre les deux ensembles rouges. Cette discordance, présentée d'abord à titre d'hypothèse [2], fut ensuite considérée comme presque certaine par la plupart des géologues marocains [1, p. 677-8 et fig. 39, p. 633], mais sur son existence planait un léger doute.

Nous sommes aujourd'hui en mesure de la confirmer pleine-

1. Note présentée à la séance du 8 novembre 1948.

ment en deux points par des observations faites en compagnie de J. Agard.

A) Dans la *vallée de Khenifra* l'Autunien a pu être séparé du Permo-Trias, sur la carte [3]. Le contact est visible à moins de 1 km au SW du petit col de la route Khenifra-Oued Arougou. Un grand ravin, nommé Oued Bou Sellal sépare les deux formations : l'Autunien, pourpre, lie de vin ou violet sombre, se trouve sur la rive droite en bancs, redressés et souvent verticaux, de direction variable tandis que les pélites, couleur de brique, garance, ponceau ou vermillon sont cantonnées sur la rive gauche et restent horizontales. La discordance ne peut faire aucun doute.

B) Au voisinage du pont sur l'*Oued Douna* de la route Khenifra-Kebbab, à l'W du point de coordonnées Lambert 484-282, on voit deux terrains offrir une opposition d'allure très marquée. Les formations, quoiqu' distinctes, n'avaient pu être séparées sur la carte par la suite de l'inexactitude du fond topographique en usage avant 1932.

Un terrain essentiellement composé de grès lie de vin foncé, en bancs de 5 cm à 1 m d'épaisseur, forme une bande grossièrement NE, ployée en un anticlinal long d'environ 1.500 m sur 200 à 300 m de largeur et passant par le lieu dit Si Ali Mhaouch. Sur la rive droite de l'Oued Douna à 200 m en aval du pont, la direction des bancs est N 40° E et leur pendage 60° au N 40° W. Sur la rive gauche de la rivière, à environ 350 m au SW du pont, les grès forment une butte qui représente la terminaison de la bande anticlinale : en cet endroit ils ont une direction SE et se tiennent pratiquement verticaux.

Sur la rive gauche de l'Oued Douna, en aval du pont ainsi qu'à l'W de la butte précédente et à la cote 986, affleurent des pélites d'un rouge brique clair dont la stratification est rendue manifeste par de petits lits de roche plus consistante. Leur pendage est de 5 à 10° vers le N.

Suivant l'axe de l'anticlinal, la discordance entre les deux formations est manifeste tandis que, sur le flanc W de l'extrémité N et sur le flanc E de l'extrémité S, on voit les deux séries venir en accordance, le terrain à gros bancs de grès supportant l'autre.

Pour que la démonstration soit parfaite, il faudrait pouvoir dater directement les grès. Ils nous ont fourni des restes de végétaux malheureusement indéterminables mais leur faciès est identique à celui des grès autuniens de Khenifra, et nous ne doutons pas qu'il ne s'agisse du même terrain. Notons que, localement, les grès rouges passent à des grès gris de fer sombre, teinte

qui leur donne l'aspect de certains faciès viséens et qu'ailleurs ils passent à des grès blancs.

*Remarque.* — La discordance du Maroc central dont il vient d'être question prend place dans un cadre très général. Elle correspond soit à la phase saalienne de Stille [4 et 5] soit à une phase pfalzienne précoce [6] mais plus probablement au premier de ces événements dont l'importance est mondiale et qui correspond assez bien à la limite entre l'ère primaire et l'ère secondaire [7, fig. 14, p. 318 et 7 bis].

*Rapprochement.* — A la mine d'Agadir Ouenzizen (dit Agadir Ferrière) située à 60 km d'Agadir, le Stéphanien est presque vertical tandis que le Permo-Trias est subhorizontal. Les deux terrains sont séparés par du calcaire dévonien qui renferme le gisement de fer. Cette région est à examiner de près car il est possible qu'elle montre en quelque point une discordance du même âge que celle de Khenifra.

#### L'ÂGE DU « PERMO-TRIAS » *AUCTORUM*.

La découverte de l'Autunien du Bou Achouch [1, p. 679 et tableau XVIII] conféra un grand intérêt aux affleurements du Permo-Trias les plus voisins de ce gisement, c'est-à-dire à ceux qui s'étalent entre Agouraï et Sidi bou Tamrit. Il y aurait beaucoup à dire sur les couches rouges de cette région. Nous nous contenterons d'en donner la succession la plus typique, notée en compagnie de S. Matwieff et revue avec Ph. Morin.

*Coupe de Boulbab.* — Un profil reliant la ferme d'altitude 1.076 (ferme de la Société d'élevage de Meknès) à la maison forestière de Boulbab (altitude 1.324 m) rencontre, du SW au NE, les terrains suivants :

1) Schistes et grès plissés et très redressés du Carbonifère. Au point 482,5 — 321,1 les grès qui ont une direction N 30° E et un pendage variable oscillant autour de la verticale, sont verdâtres et micacés, à grain visible à l'œil nu (atteignant 2 mm) ; ils renferment de petites enclaves schisteuses avec *Encrines* et traces de végétaux. Les schistes, se fragmentent en petits débris irréguliers ; ils contiennent des nodules grésos-schisteux à *Goniatites striatus* Sow. et *Striatella striata* FISCHER, fossiles indiquant le Viséen supérieur. Près de la ferme, les grès montrent des empreintes de végétaux en assez bon état de conservation, et que l'on peut étiqueter *Asterocalamites scrobiculatus* SCHL.

2) Argiles et pétilles rouges, visibles dans les ravins de Sidi Bou Tamrit mais recouvertes sur tout le plateau de la ferme par les « tirs » et le

Quaternaire résultant du transport des niveaux supérieurs. Leur épaisseur se réduit d'ailleurs à quelques mètres.

3) Basalte plus ou moins doléritique, entièrement décomposé à

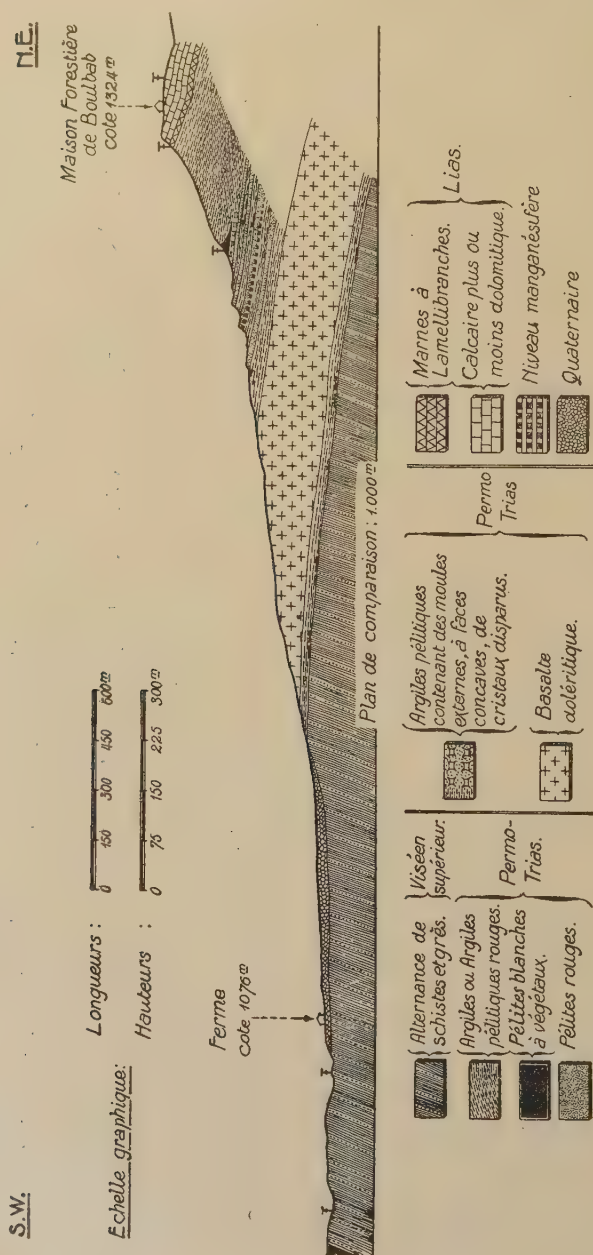


FIG. 1. — Coupe de Boulbab.

l'affleurement en une sorte de terre d'un gris verdâtre. Mais les ravines qui l'entament roulent des blocs qui permettent d'y faire une plaque mince. La roche est voisine de celle de Tizi-Tizra [1, p. 1499].

Son épaisseur atteint 100 m et la surface supérieure de la roche éruptive est une sorte de croûte dure et violacée, ordinairement vacuo-laire.

4) Argiles et pélites rouges formant une masse épaisse d'environ 190 m assez homogène, où les distinctions de faciès ne sont que locales. Sur le trajet de la coupe on peut distinguer :

a) pélites argileuses se fragmentant en petits débris ;

b) pélites en bancs relativement durs et montrant de-ci de-là des anneaux de Liesegang. Sous le tronçon NW-SE d'une piste automobile rarement utilisée, il y a 4 bancs principaux, mis en relief par l'érosion. Un niveau manganésifère se rencontre au mur du deuxième banc : il a de 10 à 15 cm de puissance mais nous ne l'avons suivi que sur une faible longueur ;

c) argiles pélitiques, renfermant de nombreux moules externes à faces courbes (fig. 4) de cristaux disparus ;

d) argiles rouges admettant une intercalation lenticulaire de pélites durs d'un gris clair, de l'ordre du mètre, où D. Matweieff et l'un de nous ont recueilli, en 1940, des végétaux (la première empreinte fut ramassée par Matweieff). Ce gisement est situé sur le talus de la piste automobile, à environ 25 m au SW du ravin principal, orienté WSW, qui descend de Boulbab. Nous l'avons fouillé de nouveau, avec l'aide



FIG. 2. — Schéma montrant la façon dont se présentent les limites entre zones rouges et zones claires dans les pélites de Boulbab.

de J. Agard, Ph. Morin et G. Colo, et nous avons trouvé plusieurs autres lentilles de pélites d'un gris blanc et d'argiles schisteuses d'un vert franc renfermant aussi, mais à l'état de rareté, des fragments de plantes. On observe tous les passages entre les pélites grises et

les pélites rouges. Ces dernières sont piquetées par des fragments anguleux d'un blanc mat qui paraissent des résidus de dissolution. Elles comprennent aussi de petits lits à grain plus gros où l'on remarque des grains de quartz clastiques et des oolithes ferrugineuses évidemment nées en milieu aqueux.

On peut envisager que les sédiments rutilants se déposaient dans des chotts salés, parfois dans des lacs temporaires d'eau douce et que des amas de plantes y étaient amenés par de gros ruisseaux à régime torrentiel. Les débris de végétaux ne sont conservés que dans les pélites claires et, comme il semble bien que les zones rouges aient légèrement gagné sur les zones blanches, on peut admettre qu'une partie des pélites rouges ont contenu des fragments de plantes ayant disparu par oxydation. Il nous paraît moins probable que des amas végétaux aient localement décoloré par réduction les couches rubescentes mais nous avouons ne pas avoir observé de faits décisifs autorisant à opter pour une des deux hypothèses.

Nos récoltes comprennent des rameaux végétatifs qui permettent de se rendre exactement compte de la forme des feuilles et de petites graines : l'ensemble paraît bien appartenir au genre *Voltzia* mais, d'après A. Carpentier, diffère nettement de l'espèce *V. libeana* qui est permienne. D'autre part, nous ne connaissons pas, dans l'Infra-Lias de Conifères comparables à nos échantillons. Le manque d'une association florale et l'absence de strobiles bien nets doit inciter à la prudence : nous croyons cependant pouvoir dire qu'il s'agit de plantes *triasiques* ;

e) argiles et pélites rouges.

5) Marnes vert clair : plusieurs mètres. Le banc inférieur de ce niveau, banc épais d'environ 20 cm, contient des Lamellibranches indéterminables. Ces marnes ne sont généralement visibles que sur le bord de la falaise liasique. Du plateau de Boulbab on ne soupçonne pas leur existence, sauf à un puits foré environ 1 km au N de la maison forestière, entre la piste automobile et l'oued. Les déblais sortis de ce puits sont des schistes d'un vert assez cru, mais ils ne contiennent pas de fossiles.

6) Calcaire marneux blanc, calcaires roses et calcaires dolomitiques. A environ 2 km au NW de la maison forestière (donc de la coupe), entre la piste automobile qui descend vers la ferme de la Société d'élevage de Meknès et le lieu dit El Mouarhaz, ces calcaires sont bréchoides et toutes leurs fissures sont remplies par de la pyrolusite bien cristallisée et par du wad. Les fossiles que l'on observe dans le terme 6 sont rares et pratiquement inutilisables.

Dans cette coupe, les termes 2 à 4a, dont l'ensemble mesure environ 300 m d'épaisseur, représentent le Permo-Trias ; l'âge du terme 4 reste à préciser ; quant au terme 6, nous le rangeons dans le Lias inférieur par comparaison avec ce que l'on observe sur le bord de la falaise d'Ito [1, p. 758].

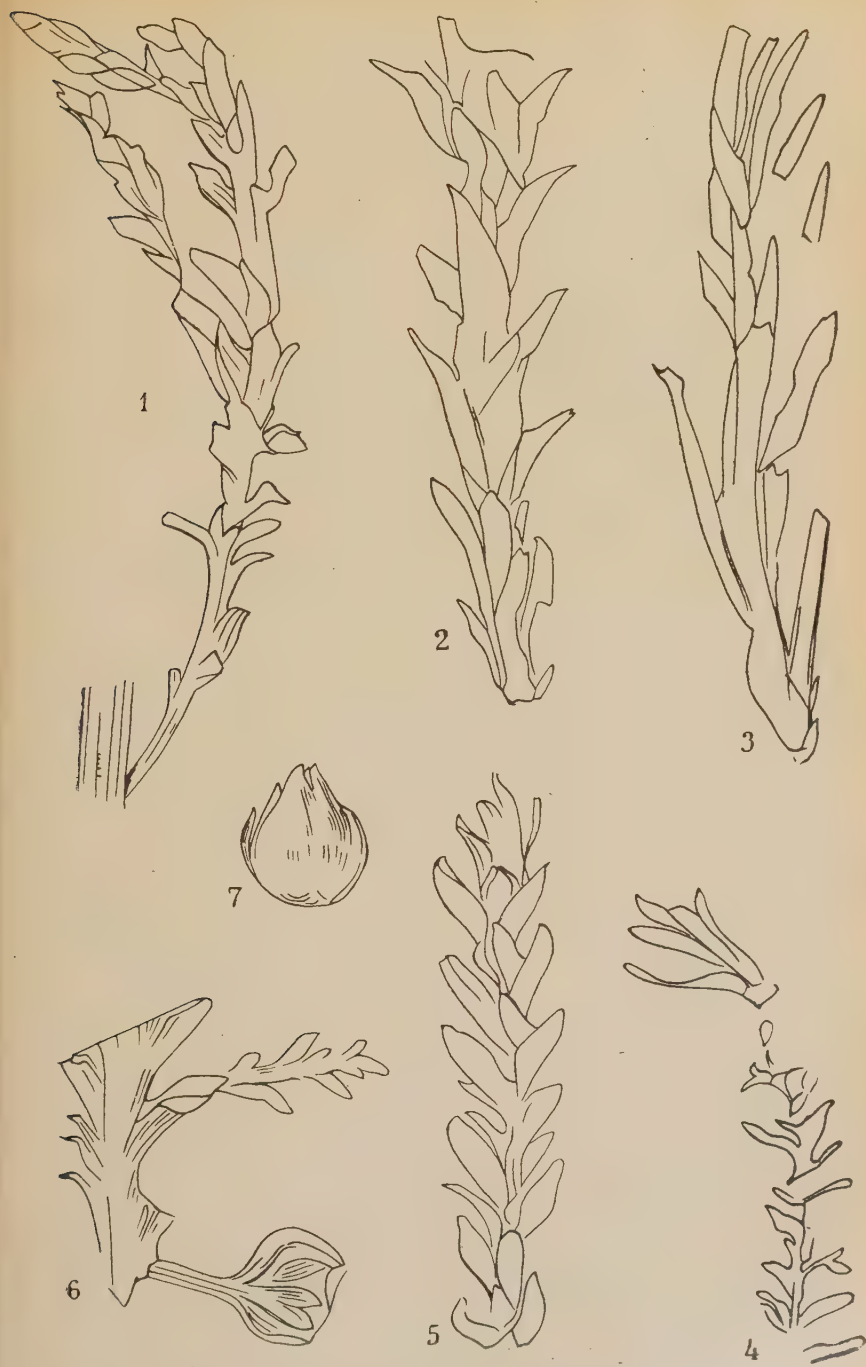


FIG. 3. — Quelques exemples des rameaux de Conifères recueillis à Boulbab.  
24 mai 1949.

*Des empreintes à faces courbes de cristaux disparus.* — Ces moules externes atteignent 4 cm de côté. Les sections correspondent tantôt à des carrés, tantôt à des carrés dans lesquels les côtés sont devenus des arcs tournant leur convexité vers le centre (de sorte que la figure comporte 4 points de rebroussement à angle aigu), tantôt enfin à des trapézoïdes où les deux bases sont reliées par des lignes brisées évoquant le profil de troncs de pyramides en escalier. Ces empreintes de cristaux font donc tout naturellement penser à des trémies de sel.

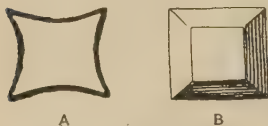


FIG. 4. — Empreintes de cristaux dans les argiles pélitiques de Boulbab. A : section d'une empreinte à faces courbes ; B : empreinte de trémie.

On peut envisager de la manière suivante la succession des phénomènes qui ont pu se passer au point considéré :

- 1) dépôt simultané dans un chott ou une playa, d'argile rouge et de petits noyaux de NaCl au sein même de l'argile rouge ;
- 2) croissance de ces noyaux, par appel de matière. La « force de cristallisation » permet la formation de grands cristaux exempts d'impuretés ;
- 3) postérieurement à la lapidification, toute relative, des couches, le sel est en partie dissous par les eaux d'infiltration, l'argile pélitique étant (contrairement à l'opinion généralement admise) légèrement et lentement perméable ;
- 4) les vides de dissolution sont écrasés par la pression des terrains et les empreintes de cristaux cubiques prennent des faces courbes. Mais il est possible que la déformation se soit faite quand il y avait encore du sel, car l'on sait que cette substance est déformable plastiquement. Quoiqu'il en soit, le phénomène est différent de celui qui a été décrit en Thuringe [8].

#### LA BASE DU LIAS AU TIZI-N-RECHOU.

Notre confrère L. de Loczy a récemment [9] écrit : « Au-dessus du Permo-Trias continental rouge, on trouve un puissant ensemble de dolomies et de calcaires dolomitiques. Cet ensemble autrefois considéré comme liasique doit apparemment embrasser le Trias supérieur (Rhétien) et passer à l'Infralias par des couches litées où graduellement la dominante devient calcaire. La transgression du Trias marin commence par endroits à des périodes différentes ; ainsi donc dans le Moyen-Atlas, seuls les horizons plus supérieurs (Rhétien) sont présents, caractérisés

par la présence de *Megalodus* et de Diplopores, et par des dolomies massives. »

Ces lignes remettent en question l'âge de la base des calcaires dolomitiques du Moyen-Atlas et du Causse moyen-atlasique. Or, il se trouve que nous avons eu l'occasion de revoir le gisement correspondant au niveau liasique le plus ancien du Moyen-Atlas septentrional.

Entre Khenifra et Itzer, la région de Kerrouchène montre de grands affleurements de Permo-Trias sur lesquels flottent des buttes témoins de Lias [10]. En 1927, l'un de nous [1, p. 766] avait recueilli dans le calcaire dolomitique rose d'un de ces gours, situés un peu à l'E du Tizi-n-Rechou, immédiatement au N de l'ancienne piste muletière d'Itzer à Kerrouchène, des fossiles mal conservés parmi lesquels G. Dubar avait reconnu les formes suivantes :

*Ostrea (Alectryonia)* aff. *nodosa* GOLDF., *Ostrea (Alectryonia)* aff. *Rhodani* DUM., *Cardinia* cf. *Hennocquei* TERQ., *Cardinia* sp., *Myoconcha* sp., *Plagiostoma* cf. *punctata* SOW., *Ctenostreon tuberculata* TERQ., *Lithophagus* sp., *Montlivautia* sp., *Stylina* sp.

On avait donc conclu que cette faune offre des affinités à la fois hettangiennes et sinémuriennes. En 1942 G. Dubar ajouta à la liste précédente *Rhynchonella moghrabiensis* DUBAR [11, p. 92] et *Terebratula* cf. *semiarata* DUBAR [11, p. 64 et fig. 29], formes qui, en dehors du Tizi-n-Rechou, ne sont jusqu'à présent connues que dans le Lotharingien inférieur. En octobre 1947 nous avons fait avec J. Agard et G. Colo, la coupe de la gara située immédiatement au N du Tizi-n-Rechou lui-même. La succession des termes y est la suivante :

- 1) Argiles pélitiques rouges (12 à 15 m);
  - 2) Banc de grès vert très clair (20 m);
  - 3) Argiles et grès à surface mamelonnée, infiltrée de manganèse (10 cm). Dans ce niveau on remarque un banc d'une blancheur très vive à la cassure. De la pyrolusite est liée à cette couche;
  - 4) Pélites rouges (quelques mètres);
  - 5) Grès grossier devenant par place un véritable conglomérat (50 cm);
  - 6) Grès renfermant des lentilles de calcaire rose (75 cm);
  - 7) Pélites rouges (8 à 10 m);
  - 8) Argiles gréseuses rouges (quelques mètres);
  - 9) Argiles versicolores (10 cm);
  - 10) Calcaire dolomitique friable, à stratification confuse (3 m).
- Cette roche, pétrie de fossiles, malheureusement à l'état de moules internes, nous a fourni dans l'angle NW de la gara : *Nautilus*, *Car-*

*dinia*, *Ctenostreon*, *Plagiostoma gigantea* Sow., *Plagiostoma* cf. *punctata* Sow., *Optis*, *Aviculidés*, *Actaeonina*, *Discohelix*, *Trochidae*, *Cerithidae*, *Rynchonella moghrabiensis* DUBAR, *Stylina* et autres Polypiers (Stromatopores ou Spongiomorphides).

11) Calcaire gris bien lité, peu friable, en bancs de 20 à 30 cm. Dans ce niveau, épais de 6 à 7 m, les débris de fossiles tranchent en blanc sur le fond gris de la roche ;

12) Calcaires en bancs de 50 à 70 cm, formant la plate-forme supérieure, laquelle porte les restes d'un blockhaus. Cet horizon, puissant de 8 à 10 m, renferme des Algues pelotonnées.

Les formes recueillies dans les 3 derniers termes de cette coupe seront décrites dans le tome III de la Paléontologie Marocaine (en préparation). Mais d'ores et déjà nous pouvons dire qu'aucune d'entre elles n'est caractéristique du Trias.

Une coupe levée sur la pente W de la gara, et passant par le cimetière français, offrirait quelques variantes car de petites masses de basalte vert s'intercalent dans les couches rouges. Un niveau minéralisé en hématite et manganèse (pyrolusite, wad) se localise sensiblement à la base de ces lentilles de lave et au sommet des pélites rouges.

#### CONCLUSIONS.

1) A Khenifra et plus au S, entre El Herri et Kebbab, l'Autunien supporte en discordance le reste du Permo-Trias et cette discordance, bien confirmée, résulte de la dernière phase hercynienne qui se soit manifestée au Maroc.

2) Pour la première fois des végétaux en bon état de conservation ont été recueillis dans les couches rouges du Permo-Trias ; ils paraissent appartenir au g. *Voltzia* et indiquer un âge triasique.

3) La base des calcaires dolomitiques, qui surmontent les couches rouges dans le Moyen-Atlas proprement dit, n'appartient certainement pas au Trias mais au Lias inférieur. On sait que, dans le Haut-Atlas de Demnat, E. Roch [13, p. 147, 149, 163, 165] rapporte même au Lias inférieur les « couches rutilantes, gréseuses, argileuses souvent salifères, parfois gypseuses » intercalées de cargneules de dolomies et de calcaires, qui sont associées aux basaltes doléritiques.

4) Le Trias marin a été découvert dans le Prérif par J. Margais [12]. Sa limite S se trouve donc entre les chaînes rifaines et le Moyen-Atlas septentrional : il est fort possible qu'elle se place aux environs de Camp Bataille où les calcaires surmontant les

couches rouges offrent un faciès et une faune différents de ceux du Moyen-Atlas proprement dit [1, p. 755].

# RÉFÉRENCES

1. H. TERMIER. — Études géologiques sur le Maroc Central et le Moyen-Atlas septentrional. *Notes et Mém. Serv. géol. Maroc*, n° 33, 1936.
2. H. TERMIER. — Une hypothèse concernant le Permien et le Trias du Maroc. *CR. Ac. Sc.*, t. CLXXXVI, p. 640, 6 mars 1928.
3. H. TERMIER. — Carte géologique provisoire du Maroc Central au 1/200.000<sup>e</sup> *Notes et Mém. Serv. géol. Maroc*, n° 22, 1932.
4. H. STILLE. — Grundfragen der vergleichenden Tektonik, Berlin, 1924.
5. H. STILLE. — Zur Einführung in die Phasen der paläozoischen Gebirgsbildung. *Zeitsch. deutsch. geol. Gesellsch.*, 80 A, H. 1, 2, 5, 1928.
6. R. G. S. HUDSON and J. S. TURNER. — Early and Mid-Carboniferous Earth Movements in Great Britain. *Proc. Leeds Phil. Soc. (Sci. Sect.)*, 2, part. 10, p. 455-6, 1933.
7. R. L. SHERLOCK. — The Permo-Triassic formations, a world Review. *Hutchinson Scientific and technical Publications*, 1947.
- 7 bis. R. C. MOORE. — Late paleozoic cristal movements of Europe and North America, *Bull. Ann. Ass. Petr. Geol.*, XIX, 9, 1935.
8. V. OTTO LINCK. — Wie entstanden die sogenannten Steinsalz-Pseudomorphosen ? *Natur u. Volk*, Bd. 78, H. 7 + 9, 1948, p. 103-109.
9. L. DE LOCZY. — Sur le problème du Trias salifère et sur l'existence du Trias alpin dans la partie septentrionale du Maroc français. *XVIII. Int. Geol. Congr.*, volume of *Titles and abstracts*, n° 349, p. 115. London, 1948.
10. H. TERMIER et G. DUBAR. — Carte géologique provisoire du Moyen-Atlas septentrional au 1.200.000<sup>e</sup>. *Notes et Mém. Serv. géol. Maroc*, n° 23, 1933.
11. G. DUBAR. — Études paléontologiques sur le Lias du Maroc. Brachiopodes, Térébratules et Zeilleries multiplissées. *Ibid.*, n° 57, 1942.
12. J. MARÇAIS. — Découverte de fossiles dans le Trias du Prérif oriental. *Bull. Soc. Sc. nat. Maroc*, juin 1934, t. 14, n°s 4-6, p. 159.
13. E. ROCH. — Description géologique des montagnes à l'E de Marrakech (*Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc*, n° 51, 1939).



# LES BRYOZOAIRES DU FORAGE DES EYQUEMS, A MÉRIGNAC (GIRONDE)

PAR **M. Vigneaux**<sup>1</sup>.

PL. XIV.

A la suite d'une communication de M. H. Schoeller [7], signalant la présence de nombreuses colonies de Bryozoaires, dans des carottes, en provenance d'un sondage situé au lieu dit « Les Eyquems », à Mérignac, près de Bordeaux, j'ai étudié les spécimens recueillis dans la formation sableuse retirée de ce forage.

J'y ai reconnu une quarantaine d'espèces qui sont :

*Gemellaria prima* REUSS, 1866.

*Membranipora dimorphocella* CANU, 1917.

*Membranipora subtilimargo* REUSS, 1865.

Le cadre zoécial est plus fin que sur la représentation de l'auteur [4, pl. IX, fig. 5].

*Nellia hians* REUSS, 1867.

*Nellia ampla* CANU, 1917.

*Callopora Dumerilli* AUDOUIN, 1826.

*Steganoporella elegans* MILNE-EDWARDS, 1836.

Le zoarium de certains spécimens se présente sous une forme cylindrique dont l'intérieur creux devait, à l'origine, être occupé par un organisme végétal quelconque.

*Steganoporella brevis* CANU, 1915.

*Lunulites latdorfensis* STOLICZKA, 1862.

Cette espèce est bien caractérisée par la forme hexagonale du cadre zoécial losangique chez les vibraculaires [8, pl. III, fig. 7]. C'est la première fois qu'elle est signalée en France.

*Onychocella angulosa* REUSS, 1847.

De nombreux spécimens sont tubuleux et creux.

*Entomaria spinifera* CANU, 1914.

<sup>1</sup>. Note présentée à la séance du 8 novembre 1918.

*Calpensia impressa* MOLL, 1803.

*Myrizoum tenuitruncatum* nov. sp.

Pl. XIV, fig. 1-2.

Le zoarium est formé de rameaux cylindriques et dichotomes. Les zoécies sont indistinctes, irrégulièrement disposées. La frontale est percée de nombreux trémopores extravasés. L'apertura est formée d'un anter subcirculaire, séparé d'un poster plus petit mais de même forme, par deux gros condyles; le plus souvent, elle est entourée d'une zone assez large non percée de trémopores.

L'apertura des zoécies ovicellées est différente. Elle a une forme en demi-cercle; le plan apertural est oblique par rapport au plan zoarial. L'ovicelle est très convexe et poreuse, elle est trois fois plus grande que l'apertura. Cette dernière disparaît souvent, obstruée par un bouchon calcaire, percé par quelques pores, plus gros que les trémopores frontaux.

Cette espèce voisine de *M. truncatum* PALLAS, 1766, en diffère par ses rameaux plus petits, la présence d'une zone sans trémopores autour de l'apertura, le nombre inférieur de zoécies sur les rameaux et leur disposition irrégulière.

*Buffonella incisa* BUSK, 1859.

Les spécimens recueillis sont identiques à la figuration donnée par Busk [I, pl. X, fig. 3] pour l'espèce *Eschara incisa* MILNE-EDWARDS, qui appartient bien au genre *Buffonella*. *Lepralia incisa* REUSS, 1873, appartient également au même genre. Or, la forme de l'apertura est différente; la rimule réduite à une simple échancrure pour l'espèce de Busk est très allongée sur la figure de Reuss [6, pl. III, fig. 4]; il en est de même pour l'espèce décrite sous le même nom par Canu et Lecointre [3, p. 63, pl. 12, fig. 7]. De plus, l'espèce décrite par Busk présente un aviculaire porté sur une base globuleuse, caractéristique, que ne possède pas l'espèce de Reuss. L'espèce de Busk doit bénéficier de l'antériorité. *Lepralia incisa* REUSS, doit donc changer de nom et je propose à cet effet *Buffonella serincisa* nov. nom. Je préfère accoler le nom de Busk à la première espèce plutôt que celui de Milne-Edwards, car la figure du premier auteur est la seule permettant l'étude.

*Buffonella* ? *elongata* nov. sp.

Pl. XIV, fig. 3.

Le zoarium encroûte les coquilles. Les zoécies de forme rectangulaire et allongée, sont distinctes, séparées par un sillon large. La frontale est un olocyste granuleux, convexe, présentant sur sa partie

médiane une bosse calcaire proéminente. L'apertura subterminale, est semi-lunaire; son bord postérieur est entaillé par un sinus peu profond. Elle est entourée par un péristome peu saillant. Il n'y a pas d'aviculaires. L'ovicelle est inconnue.

Cette espèce est rangée avec doute dans le genre *Buffonella*, car l'ovicelle n'a pas été trouvée. De plus, l'absence d'aviculaires n'est pas une caractéristique de ce dernier genre. Seule la découverte d'autres zoaria permettra de classer plus correctement cette espèce.

*Buffonella merignacensis* nov. sp.

Pl. XIV, fig. 4.

Le zoarium est unilamellaire et encroûtant. Les zoécies sont distinctes, séparées par un large sillon poreux; elles ont une forme semi-rectangulaire et sont réparties en lignées contiguës. La frontale est un olocyste lisse. L'apertura située dans un plan un peu oblique par rapport à celui de la frontale, a une forme circulaire. Dans sa partie proximale deux forts condyles pointus séparent l'anter circulaire, du poster de même forme mais beaucoup plus petit; à la hauteur du poster, mais situé dans le sillon séparant les zoécies, se rencontre de façon inconstante un aviculaire à bec pointu, sans pivot. L'ovicelle est hyperstomiale et empiète sur la zoécie distale.

Le seul échantillon possédé présente plusieurs ovicelles, malheureusement toutes les frontales étant détruites, il ne m'est pas possible de préciser leur nature.

Cette espèce est bien caractérisée vis-à-vis des autres, par le grand développement de l'apertura par rapport à la surface totale occupée par la zoécie.

*Schizoporella unicornis* JOHNSTON, 1847.

La variété *ansata* est très fréquente.

*Schizostomella suppressa* nov. sp.

Pl. XIV, fig. 5.

Le zoarium est libre, formé de deux lamelles adossées facilement séparables. Les zoécies sont distinctes, de forme losangique et séparées par une rangée parfois double de pores aréolaires espacés. La frontale très réduite est lisse, occupée pour les trois quarts par trois gros tubercules, dont un situé dans l'angle aigu proximal de la zoécie, et les deux autres symétriquement par rapport à l'axe médian de la zoécie. Le tubercule proximal est le plus souvent entouré de pores et se trouve en quelque sorte séparé du reste de la zoécie. Un de ces pores peut se transformer en un aviculaire et émigre alors sur le

tubercule proximal qui s'allonge. A l'extrémité de l'un des deux tubercules latéraux, se trouve un aviculaire à petite mandibule pointue. L'apertura est enfoncée dans la péristomie; elle a la forme d'un demi-cercle dont la partie proximale rectiligne est entaillée par une rimule longue et quelque peu asymétrique. Le péristome est large et a une forme orbiculaire. Sur la dorsale, de fines lignes indiquent les limites zoéciales. Il n'y a pas de joncturies.

Cette espèce semble être la forme ancestrale de *Schizostomella tuberculata* nov. sp. de l'Aquitainien et du Burdigalien du Bassin d'Aquitaine. Toutes les caractéristiques de cette dernière se retrouvent en effet dans l'espèce des Eyquems, mais avec une diminution générale des dimensions amenant des différences dans les rapports entre les éléments zoéciaux : rapprochement des tubercules, réduction de la frontale, aviculaire cachant en partie l'apertura qui est plus petite. Comme je l'ai signalé pour *S. tuberculata*, les tubercules frontaux disparaissent sur les vieilles zoécies, à la base des colonies [8, p. 71]. L'aviculaire porté sur l'un des tubercules latéraux n'a pas de position bien définie, il se rencontre indifféremment sur l'un ou l'autre des deux tubercules. Ces derniers étant très proéminents, le bec de l'aviculaire cache parfois le péristomice et l'apertura.

*Adeona Heckeli* REUSS, 1847.

*Lepraliella pachycera* REUSS, 1867.

Pl. XIV, fig. 6.

Le zoarium est cylindrique et creux, les zoécies sont peu distinctes, petites, séparées les unes des autres par des pores très petits et peu nombreux (six en général) et inconstants. La frontale peu bombée est un pleurocyste granuleux. L'apertura cachée au fond d'une péristomie, a une forme ovoïde et présente un rétrécissement à son tiers inférieur, par suite de la présence de deux cardelles épaisses. Le péristome est épais et forme un large collier autour du péristomice. Sur le devant, se trouve un mucron saillant masquant la partie proximale du péristomice. Sporadiquement, apparaît non loin du péristomice, un aviculaire à pivot, dont le cadre est très épaissi. L'ovicelle est hyperstomiale, allongée et étroite. Elle présente sur sa frontale une large fissure en forme d'arche.

Cette espèce, décrite à Gaas pour la première fois par Reuss [5, p. 471, pl. 4, fig. 1], n'avait pas été retrouvée par Canu [2, p. 474] lors de son étude sur le même gisement. Elle présente une ovicelle semblable à celle de *L. contigua* SMITH, 1867, elle diffère de cette dernière par l'absence d'épines et la présence d'un mucron très développé.

*Schizotrema* nov. gen.

Les zoécies ne sont pas orientées. L'apertura porte une petite rimule. La frontale est un trémocyste à gros pores, il porte un umbo central. L'ovicelle est hyperstomiale.

Génotype : *Schizotrema macroporosa* n. sp.

Ce genre est proche de *Hippotrema* CANU et BASSLER, 1927. Il en diffère par son apertura qui présente une rimule au lieu de deux cardelles. L'espèce *Cellepora granula* CANU et BASSLER, 1930, appartient, selon toute vraisemblance, à ce genre.

*Schizotrema macroporosa* nov. sp.

Pl. XIV, fig. 7.

Le zoarium est composé de zoécies accumulées et orientées suivant des directions diverses. Les zoécies ont une forme polygonale (cinq ou six côtés) dessinée par un bourrelet fin et saillant. La frontale est formée par un trémocyste à gros pores extravasés ; elle présente un umbo central couvert de granulations épaisses, et allongées. L'apertura est constituée par un anter en forme de demi-cercle et un petit poster entaillant la partie médiane du bord postérieur rectiligne de l'anter. Il y a un aviculaire, situé auprès de l'apertura. Il présente un bec pointu généralement relevé vers le haut et un pivot épais. L'orifice de l'aviculaire est orbiculaire et enfoncé. Il en est de même pour les aviculaires interzoéciaux peu nombreux, de forme ovale et à bec peu pointu. L'ovicelle est hyperstomiale.

La forme des zoécies est souvent difficile à déterminer ; le bourrelet les séparant peut parfois disparaître. Les aviculaires situés près de l'apertura sont le plus souvent fixés aux flancs d'un mamelon, à base élargie portant des trémopores, de telle sorte que le point culminant est constitué par la pointe du bec de l'aviculaire dont le plan est oblique par rapport au plan de l'apertura et de la frontale.

Il y a peu de Cellépores (terme général comprenant tous les Cheilostomes à zoécies non orientées) présentant un trémocyste à la frontale. Canu et Lecointre [3, p. 116, pl. XIV, fig. 1-3] ont décrit une espèce *Cellepora granulosa* nov. sp. sans pouvoir étudier l'ovicelle. Il m'a paru nécessaire de créer un genre spécial pour ces deux espèces bien caractéristiques. La nouvelle espèce diffère de la précédente par la présence de trémopores très gros et extravasés sur la frontale, d'une rimule petite à l'apertura et des aviculaires à bec allongé, portés sur des mame-lons épais.

*Tubucellaria bipartita* REUSS, 1869.

*Bracebridgia ogivalis* CANU, 1917.

*Hippopleurifera semicristata* REUSS, 1847.

L'apertura porte en son tiers inférieur deux cardelles en saillie. L'ovicelle est grande et enfoncée dans la zoécie distale.

*Hippopleurifera pustulosa* nov. sp.

Pl. XIV, fig. 8.

Le zoarium est segmenté. Les zoécies sont peu distinctes et comprimées dans le sens de la longueur. La frontale est un trémocyste à pores extravasés ; elle est convexe et mamelonnée dans sa partie antérieure et médiane. Elle est peu développée, par rapport à l'apertura qui tient presque le même espace sur la zoécie. La péristomie peu marquée, laisse voir dans un plan oblique par rapport à celui du zoarium, l'apertura de forme circulaire, à base rétrécie. Elle présente deux petites cardelles placées bas et séparant l'anter de grandes dimensions, du poster qui peut être deux fois plus petit. Près de l'apertura, et à la hauteur du poster, se trouve, de chaque côté, un aviculaire pointu à pivot, dont le talon est au niveau de la frontale et le bec porté par un tubercule saillant. En dessous de chaque aviculaire, et situé à la hauteur de l'anter de l'apertura de chaque zoécie contiguë, se trouve une proéminence arrondie à surface lisse. L'ovicelle est grande ; elle est enfoncée dans la zoécie distale dont elle recouvre complètement la frontale. L'apertura des zoécies ovicellées est plus large et plus haute que celle des zoécies ordinaires. Il y a parfois un aviculaire, situé sur la frontale, dans l'un des angles inférieurs de la zoécie. Il a la même forme que les aviculaires situés près de l'apertura.

Cette espèce diffère des autres *Hippopleurifera* connus, par la présence des tubercules latéraux.

*Hemismittina regularis* REUSS, 1865.*Hippolyrula tenuilabiata* nov. sp.

Pl. XIV, fig. 9.

Le zoarium est unilamellaire. Les zoécies sont distinctes, séparées les unes des autres par un large sillon. La frontale est un pleurocyste granuleux ; elle est convexe et élargie dans la portion centrale de la zoécie. L'apertura est logée au fond d'une péristomie bien développée se terminant par un péristome à bord tranchant et de forme ovoïde. L'apertura porte deux cardelles basses, bien marquées, à pointe dirigée vers le poster ; ce dernier porte une lyrule plus large que haute. L'ovicelle recumbente présente une frontale de même nature que celle des zoécies ; elle est globuleuse, mais moins large que la zoécie.

Cette espèce diffère de *H. crassilabiata* et de *H. sine dorso* de Duvergier, 1920, par son péristome mince.

*Retepora beaniana* KING, 1846.*Stomatopora major* JOHNSTON, 1847.

Les péristomes sont le plus souvent obstrués par une lamelle calcaire assez épaisse.

*Diastopora sparsipora* CANU, 1906.

*Hornera radians* DEFRANCE, 1822.

*Fasciculipora aquitanica* nov. sp.

Pl. XIV, fig. 10.

La colonie est formée de faisceaux irréguliers. Les uns sont mono-sériés, les autres comprennent un grand nombre de tubes. Les faisceaux sont orientés suivant toutes les directions et laissent entre eux des rigoles profondes. Les péristomes ont une forme semi-polygonale. L'ovicelle est située entre les tubes et elle n'est pas traversée par ces derniers. Le fond de l'ovicelle est lobé (l'ovicelle étant détruite sur les spécimens ovicellés possédés, cela m'a empêché d'en définir les caractéristiques).

*Idmonea coronopus* DEFRANCE, 1822.

*Idmonea Milneana* D'ORBIGNY, 1839.

*Idmonea subtubulosa* REUSS, 1865.

*Lichenopora hispida* FLEMING, 1828.

*Lichenopora tubuligera* CANU et LECOINTRE, 1934.

*Lichenopora Schœlleri*<sup>1</sup> nov. sp.

Pl. XIV, fig. 11-12.

Le zoarium est grand, libre, subcirculaire et en forme de coupe tronquée à la base. La face inférieure est plane, perforée par de nombreux cancellis divergents à partir du centre. La face supérieure est concave et présente des bords relevés à la verticale. Les tubes sont réunis en faisceaux minces et très saillants; ils ne sont pas accolés sur toute la longueur du faisceau qui n'atteint pas les bords de la colonie. Sur un faisceau, il y a au maximum sept à huit tubes adjacents. Le péristome est orbiculaire et orienté vers l'intérieur. Les cancellis sont assez irréguliers, plus grands ou plus petits que les tubes, mais toujours d'une dimension voisine. L'area centrale est ronde et occupe le quart de la surface de la colonie; elle est couverte par les cancellis à orifice polygonal, ceux-ci étant cachés par l'ovicelle qui s'insinue jusqu'entre les faisceaux.

Cette espèce est voisine de *L. erecta* D'ORBIGNY, 1832, par ses lignées saillantes et de *L. grignonensis* MILNE-EDWARDS, 1838, par ses cancellis assez petits. Elle diffère de la première espèce par ses cancellis plus gros, le nombre important de faisceaux (une vingtaine) et les grandes dimensions de la colonie : 6 mm. Elle diffère de la seconde par la présence de ses lignées très saillantes et minces.

*Tretocyclœcia aquitanica* CANU, 1906.

1. Dédié à M. le Professeur SCHÖELLER, en remerciement des échantillons de terrains, qu'il a bien voulu me confier.

*Reticulipora nummulitorum* ? d'ORBIGNY, 1852.

L'ensemble de cette faune est de caractère stampien ; parmi les espèces signalées, treize ont été trouvées à Sarcignan et neuf, à Gaas. J'avais d'ailleurs, déjà recueilli, certains spécimens décrits ici, dans l'horizon stampien connu sous le nom de calcaire à Astéries. Il semble donc qu'il y ait un parfait synchronisme entre les gisements du Bordelais appartenant au Stampien.

La présence de nombreuses colonies sous une forme tubuleuse, inhabituelle pour la plupart : *Onychocella angulosa*, *Steganoporella elegans*, etc... permet de supposer qu'à l'époque du dépôt des sédiments par la mer stampienne, la région de Mérignac était occupée par une vaste prairie sous-marine, peu éloignée du rivage.

## BIBLIOGRAPHIE

1. BUSK. — A monograph of the fossil Polyzoa of the Crag. *Pal. Soc.*, London, 1859, p. 1-136, pl. I-XXII.
2. CANU. — Les Bryozoaires fossiles des terrains du Sud-Ouest de la France. VIII. Rupélien de Gaas. *B. S. G. F.*, (3), XIV, 1914, p. 465-474, pl. XIV-XV.
3. CANU et LECOINTRE. — Les Bryozoaires cheilostomes des faluns de Touraine et d'Anjou. *Mém. S. G. F.*, nouv. sér., n° 4, 1925-1934, p. 1-212, pl. I-LXIV.
4. REUSS. — Zur Fauna des deutschen Oberoligocäns. II Abth. *Sitz. K. Akad. Wiss.*, Wien, 1865, L. Bd., V Ht., I Abth., p. 614-691, pl. VI-XV.
5. — Zur fossilen Fauna des Oligocänschichten von Gaas. *Ibid.*, 1867, LVII Bd., I Abth., p. 446-488, pl. I-VI.
6. — Die fossilen Bryozoen des Osterreichisch-Ungarischen Miocäns. *Denks. K. Akad. Wiss.*, Wien, 1873, XXXIII, I Abth., p. 141-190, pl. I-XII.
7. SCHOELLER. — Deux forages dans le Rupélien à Mérignac et au Bouscat. *P.-V. Soc. Linn. Bordeaux*, séance du 22 janvier 1941, 4 pages.
8. STOLICZKA. — Oligocäne Bryozoen von Latdorf in Bernburg. *Sitz. K. Akad. Wiss.*, Wien, XLV Bd., I Ht., I Abth., p. 71-94, pl. I-III.
9. VIGNEAUX. — Révision des Bryozoaires Néogènes du Bassin d'Aquitaine et Essai de classification. *Mém. S. G. F.*, nouv. sér., t. XXVIII, n° 60.

## EXPLICATION DE LA PLANCHE XIV

Fig. 1-2. *Myrioözoum tenuitruncatum* n. sp.

- |                                                      |                                             |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1. Deux colonies, × 2 ;                              | 8. <i>Hippopleurifera pustulosa</i> n. sp.  |
| 2. Détails                                           | × 42 ;                                      |
| et zoécie ovicellée, × 21 ;                          | 9. <i>Hippolyrula tenuilabiata</i> n. sp.   |
| 3. <i>Buffonella</i> ? <i>elongata</i> n. sp. × 42 ; | × 21 ;                                      |
| 4. <i>Buffonella merignacensis</i> n. sp. × 21 ;     | 10. <i>Fasciculipora aquitanica</i> n. sp.  |
| 5. <i>Schizostomella suppressa</i> n. sp. × 21 ;     | × 21 ;                                      |
| 6. <i>Lepraliella pachycera</i> REUSS, 1867.         | 11-12. <i>Lichenopora Schoelleri</i> n. sp. |
| × 42 ;                                               | 11. Un zoarium, × 2 ;                       |
| 7. <i>Schizotrema macroporosa</i> n. sp.             | 12. Détail des faisceaux, × 21.             |
| × 21 ;                                               |                                             |

## LE DÔME ROMPU DE MARIOU DANS LE NUMMULITIQUE DE SAINT-MARTIN-LE-VIEIL (AUDE)

PAR **Gaston Astre**<sup>1</sup>.

La couverture sédimentaire du versant méridional de la Montagne Noire (département de l'Aude) constitue une série isoclinale, à faible plongement vers le S, de terrains commençant aux limites du Secondaire et du Tertiaire et comprenant l'Éocène jusqu'au Bartonien. Cet ensemble est lacustre ou continental à sa base, marin au milieu et, de nouveau, lacustre ou continental au sommet.

L'épisode marin du milieu de cette série, conséquence d'une transgression, a duré pendant l'Yprésien et le Lutétien inférieur : il a donné naissance à ces calcaires, très riches en fossiles, où abondent Nummulites et Alvéolines, et que pour cette raison les géologues de la région nomment le Nummulitique (avec le sens restrictif de terrain où ils trouvent les Nummulites, et non avec le sens de la stratigraphie générale, qui serait autrement étendu dans la chronologie des étages). Ces calcaires se marquent dans le paysage par cette bande de causses et de garrigues d'un type très spécial qui s'imposent au premier coup d'œil.

A la lisière S de cette bande se disposent les couches lacustres ou continentales, dont la formation succéda aux précédentes, après régression de la mer. Le premier terme de cette phase est le groupe des calcaires et marnes de Ventenac (Lutétien moyen), surmonté vers le S par les mollasses de Carcassonne (Lutétien supérieur), passant à leur tour sous les mollasses de Castelnaudary (Bartonien).

Cette succession apparaît régulière.

Or, en 1893, Roussel<sup>2</sup> disait avoir trouvé des calcaires à Alvéolines au-dessus du calcaire de Ventenac. Si l'observation était juste, elle prouvait, après la régression de la mer nummulitique et son remplacement par le régime lacustre de Ventenac, un nouveau retour de cette mer, d'ailleurs éphémère, avant l'abandon définitif de ces rivages par les flots.

1. Note présentée à la séance du 22 novembre 1948.

2. ROUSSEL (J.). Étude stratigraphique des Pyrénées. 1893. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, t. 5, 1 vol, 306 p. Cf. p. 225.

En 1895, Bresson<sup>1</sup> rejeta cette supposition. Pour lui, les calcaires nummulitiques signalés « appartiennent franchement au Quaternaire » : la présence de fossiles nummulitiques de divers horizons, les angles émoussés de ces fossiles, leur surface usée prouvent suffisamment, dit-il, l'intervention mécanique des eaux courantes.

Reprenant en 1900 la discussion, en la précisant cette fois sur un affleurement, celui de Mariou, Roussel<sup>2</sup> rappelle ses découvertes antérieures et affirme « qu'à Mariou même l'assise à Alvéolines est superposée au calcaire lacustre ». Loin de s'attacher au « dérangement accidentel survenu dans la partie nord de la butte », il ne voit dans cette disposition qu'une « fausse apparence » et se refuse à admettre l'existence d'un pli, faute de pouvoir lui trouver quelque prolongement vers l'E, c'est-à-dire vers Rocreuse ou Dalies (il écrit Dabos).

A la fin de 1900, Bresson<sup>3</sup> réfute une telle opinion et se prononce pour l'existence d'un pli anticlinal à Mariou et aussi à l'E de ce point (Dalies). Il note à ce sujet : « Le pendage, notamment à Mariou et à Dalies, se fait en sens inverse de celui des causses nummulitiques. Tandis que le plan incliné des calcaires marins de Saint-Martin-le-Vieil plonge de 25 à 30° vers le S, les affleurements de Mariou inclinent de 50 à 55° vers le N, et ceux de Dalies, presque verticaux, de 70 à 80°. »

Quant à la feuille de Carcassonne<sup>4</sup> de la Carte géologique de France, publiée en 1901, elle figure, à peu près aux emplacements voulus, les affleurements de calcaires marins nummulitiques (Mariou et Dalies) au milieu de la bande de Ventenac, mais sans y mettre le moindre signe de plongement. On ne peut donc les interpréter que comme des dépressions topographiques, laissant voir, sous les marnes de Ventenac, leur substratum de calcaires nummulitiques. Cette conclusion serait erronée, puisque les points en question correspondent à des saillies.

On peut s'étonner d'une telle variété d'avis pour un lieu relativement simple et d'observation commode.

Située à 4 km au NE de Bram et à 3 km environ au NW d'Alzonne (Aude), la butte de Mariou (cotée 169 au sommet) constitue l'un des points remarquables de la ligne de collines séparant le ruisseau de Tenten (au N) de celui de Revel (au S), coulant tous deux à peu près parallèles vers le SE pour aller se jeter dans le Lampy (on sait que ce

1. BRESSON. Comptes rendus des collaborateurs pour la campagne de 1894 : feuille de Carcassonne. 1895. *Bull. Serv. Carte géol. France*, t. 7, p. 72-73.

2. ROUSSEL (J.). Observations relatives à la composition de l'Éocène de la Montagne Noire. In : Contribution à l'étude géologique des Pyrénées. 1900. *Ibid.*, t. 11, p. 233-257. Cf. p. 242.

3. BRESSON. Observations à propos de l'existence de couches marines nummulitiques au-dessus du calcaire de Ventenac sur la bordure méridionale de la Montagne Noire. 1900. *B. S. G. F.* (3), XXVIII, p. 1005-1006.

4. Carte géologique détaillée de la France, à 1/80.000. Feuille n° 243 (Carcassonne). 1901. (Quart NW). Contours par BRESSON.

dernier est un affluent de gauche du Fresquel, avec lequel il conflue à Alzonne). A sa lisière orientale, cette butte est contournée, perpendiculairement à sa direction principale, par la route de Bram à Saint-Martin-le-Vieil et l'ancienne voie ferrée de Bram à Saissac. Elle est sur le territoire de la commune de Saint-Martin-le-Vieil, non loin de sa limite méridionale.

On se trouve là un peu au S de la grande bande d'affleurement des calcaires nummulitiques marins (à faible plongement S), en série régulière, du plan incliné des causses ou garrigues de Carlipa, Saint-Martin, Moussoulens et autres. On est au contraire au milieu de la bande des marnes et calcaires de Vente-nac.

Effectivement cette butte de Mariou possède, comme assises, les calcaires gréseux à Nummulites et Alvéolines, de l'Yprésien et du Lutétien inférieur, ainsi que l'avait vu Roussel.

Au point de vue stratigraphique, la carapace de cette butte est formée par des bancs de niveau assez uniforme. La coupe la plus complète que j'aie pu observer se place au pied des pentes septentrionales, à l'aplomb de la ferme de Mariou : une petite carrière y montre, de haut en bas, deux séries de strates, dont on va voir l'intérêt (fig. 1) :

a) en surface, calcaires gréseux très feuilletés, à *Ostrea moussoulensis* AST. (= *O. strictiplicata* ou *stricticostata* des auteurs), *Alveolina subpyrenaica* LEYM. et la forme *Flosculina melo* D'ORB., *Nummulites Ramondi* DEFR., etc., affectés d'un plongement de 25° vers le N (plongement assez général de tout le flanc N) ;

b) au-dessous, limités par un biseau régulier, calcaires compacts, en bancs épais, constitués par une véritable lumachelle à *Ostrea moussoulensis* et plongeant de 10° vers le N.

Un puits, foré juste à l'entrée de cette carrière, a ramené au jour des sables gréseux blancs (même faciès que les sables nummulitiques de Valeron) et des calcaires bleutés à *Alveolina subpyrenaica* LEYM., *Nummulites atacicus* LEYM., *N. Guettardi* D'ARCH. Ces terrains sont donc immédiatement inférieurs aux calcaires ci-dessus : ils forment le terme c) de la coupe.

L'importance de cette observation réside dans la discordance angulaire notée entre les deux ensembles des bancs à Huîtres, l'inférieur à plongement de 10°, le supérieur à plongement de 25°.

C'est d'abord l'indice d'un mouvement, d'une ride qui affecta le fond de la mer nummulitique, sans que ce fond ait été exondé, puisque la sédimentation de même régime continua sur les couches ainsi plissées.

C'est ensuite la preuve que ce premier mouvement dans le socle sous-marin se produisit en sens inverse de celui qui l'affectera plus tard, après l'exondation. On note, en effet, cette disposition curieuse : les couches inférieures sont les moins inclinées, alors que les supérieures, bien parallèles à la surface qui recoupe en biseau les précédentes, sont plus inclinées. Une telle disposition n'est possible qu'en vertu du processus suivant : l'ensemble



FIG. 1. — Carrière du pied septentrional de la butte de Mariou : discordance sédimentaire dans les couches du Nummulitique marin. Vue du front d'abatage.

inférieur fut d'abord, sous la mer, relevé au N et incliné au S (comme le sera la couverture isoclinale de la Montagne Noire) ; les couches en furent ensuite rabotées, érodées par les vagues pour obtenir la surface sur laquelle se déposeront (horizontalement ou à peu près) les couches supérieures ; enfin, après nouvelle sédimentation, un mouvement de bascule relèvera tout l'ensemble au S, en le faisant plonger au N, comme le prouve bien le pendage desdites couches supérieures.

Cette discordance angulaire au sein des strates nummulitiques confirme et généralise l'existence de ces *mouvements sous-marins*, que j'ai signalés à quelques kilomètres de là, à la carrière du Champ des Immortelles près d'Alzonne<sup>1</sup> : ondulations quise produisirent sous les flots du Nummulitique, *rides annonciatrices ou répliques contemporaines des mouvements pyrénéens*.

Au point de vue de la structure, cette région n'est pas moins intéressante. Si le Nummulitique de Mariou occupe une position topographique plus élevée que les marnes de Ventenac environ-

1. ASTRE (G.). Plissements localisés du fond de la mer nummulitique sur le versant méridional de la Montagne Noire, 1922. B. S. G. F. (4), XXII, p. 221-224.

nantes, ceci est dû à un accident tectonique, sur la réalité duquel aucun doute ne peut subsister. Ainsi que l'avait observé Bresson, ses couches ont un pendage vers le N, inverse du pendage de la couverture de la Montagne Noire. Comme l'a dit ce géologue, la cause en est un plissement, mais pas exactement comme il l'entendait, ce qui nous expliquera l'objection de Roussel, à savoir que, s'il y a pli, on devrait en retrouver le prolongement vers l'E, et ceci ne se voit pas sur le terrain.

Je me suis rendu compte en effet que l'accident structural de Mariou correspond à un brachyanticlinal très court, un dôme tectonique (fig. 2).

Les pentes septentrionales de la butte sont formées, ainsi que nous l'avons dit, par une véritable carapace de bancs inclinés de 25 à 30° vers le N et se relevant parfois jusqu'à une quarantaine de degrés : il s'agit presque partout de dalles exceptionnellement riches en *Ostrea moussoulensis*. Ce plongement domine sur la plus grande partie de l'affleurement et c'est lui seul que l'auteur précité avait remarqué. Mais, déjà aux abords NW de la ferme de Mariou, le plongement commence à tourner : il est de 25° au NNW, toujours dans les calcaires gréseux aux mêmes Ostréidés.

Un petit chemin de terre contourne le pied occidental de la butte : on y constate que les couches changent de direction, s'infléchissent au SW, en plongeant alors de 25 à 30° vers le NW, puis franchement vers l'W (exactement à l'W de la ferme de Mariou). C'est une terminaison tournante des calcaires nummulitiques, qui s'enfonce plus à l'W encore sous les marnes des champs.

A l'opposé, vers l'E de la butte, on a affaire à une autre terminaison tournante, que l'on voit moins, parce que les marnes de Ventenac s'élèvent plus haut sur la pente (l'affleurement des calcaires nummulitiques finit à une certaine distance de la route de Saint-Martin-le-Vieil). Mais ledit régime n'en est pas moins évident : car on constate que les bancs calcaires du sommet de la butte s'inclinent de 15° environ au NE.

On se trouve donc en présence d'un brachyanticlinal, dont l'axe orienté WNW-ESE peut avoir une longueur de 400 m.

Mais c'est un brachyanticlinal dont le flanc S manque. Les pentes méridionales de la butte sont constituées en hauteur par les têtes de couches des calcaires nummulitiques plongeant au N, — et en contrebas par les marnes de Ventenac, qui correspondent à un talus de champs labourés. Vu de face, à partir du S, cela explique l'apparence de calcaires supérieurs aux marnes et dont Roussel avait conclu à un retour de la mer nummulitique sur le niveau de Ventenac. Je n'ai pas besoin de dire qu'il n'en est rien : on ne constate nulle part la superposition des calcaires

sur les marnes, mais leur juxtaposition à une altitude supérieure. Cela se voit à merveille à l'W, où les calcaires de la terminaison occidentale (plongeant de  $25^\circ$  vers l'W) sont brusquement interrompus, suivant une ligne grossièrement W-E, et déterminent un ressaut, qui regarde au S et y domine d'environ 1 m la pente des marnes (dont le début est jalonné, presque au contact, par une petite mare en relation avec l'imperméabilité de ces dernières). Vers le milieu de la butte, la corniche des calcaires au-dessus des marnes est plus haute, mais le régime est le même.

Qu'est donc devenu le flanc S des calcaires (avec la moitié méridionale de la terminaison périnclinale de l'W) ? Il a disparu : pour quelle cause ? Deux hypothèses sont possibles *a priori*.

a) L'absence du flanc S serait due à une érosion : le plissement daterait alors de la fin du Lutétien inférieur. Après le départ de la mer nummulitique et la formation de ce pli, les

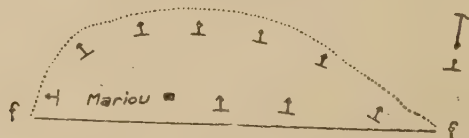


FIG. 2. — Plongements des calcaires nummulitiques marins de Mariou, limités au S par la faille *ff* et au N par le contact stratigraphique avec les marnes (marqué en pointillé). Le signe synclinal, isolé au NE, indique la place de la charnière synclinale du pied septentrional de Mariou, visible dans un talus sous les marnes.

eaux courantes de surface, ravinant la topographie, auraient rongé le flanc méridional. Ce qui restait aurait émergé en saillie, en île, au milieu des marnes de Ventenac qui se seraient déposées tout autour.

Cette supposition n'est pas retenable, parce que le flanc en question disparaît au S d'un tracé trop rectiligne pour une figure d'érosion, et aussi parce que les marnes de Ventenac montent assez haut sur les pentes méridionales de la butte (et sur les pentes orientales), prouvant ainsi qu'elles ont été affectées par l'accident tectonique.

b) L'absence du flanc S résulte d'une faille, de direction WNW-ESE, que l'on peut nommer *faille S de Mariou* (*ff*, fig. 2) : on en a pour argument les objections qui luttent contre la supposition précédente, à savoir la limite brusque, suivant une ligne droite, des calcaires marins en contre-haut des marnes de Ventenac, et

ensuite le fait que ces marnes de Ventenac ont été relevées par l'accident. Le plissement en dôme et sa rupture par faille sont ainsi postérieurs à l'âge des niveaux de Ventenac, c'est-à-dire postérieurs au Lutétien moyen.

Le dôme de Mariou se présente donc comme un *brachyanticlinal à flanc méridional rompu*. D'ailleurs, une fois que cette structure est décelée, on se rend bien compte que, vue de loin, la butte donne l'impression d'une coupole surbaissée, dont l'individualité de calcaire gris est encore accrue dans le paysage par sa jolie crinière de pins pignons.

A 700 ou 800 m à l'E de Mariou, se trouve un autre pointement de calcaires nummulitiques marins, en position comparable dans la zone de Ventenac : c'est celui de Dabes, vu d'ailleurs par Bresson, mais orthographié Dabos ou Dalies, à la suite d'une difficulté de lecture de la carte de l'État-major. Il se montre à 600 m environ à l'E du château de Rocreuse et à 100 ou 150 m au N de la métairie de Dabes. On est ici sur le territoire de la commune de Raissac-sur-Lampy, dans son angle SW.

Ce pointement se présente comme un gros rocher, formé de calcaires gréseux du Nummulitique, ayant un plongement très redressé vers le N (il s'en faut de peu qu'ils atteignent la verticale) : saillie pittoresque au milieu de champs, où des argiles de remaniement superficiel recouvrent les marnes de Ventenac aux dépens desquelles elles ont été formées<sup>1</sup>. Avec cette *lame de Dabes*, on a affaire à un accident qui s'aligne sur celui de Mariou, mais encore plus rompu, puisqu'on n'en voit qu'une sorte d'écaille du flanc N.

Au S de la zone des calcaires nummulitiques des garrigues (couverture sédimentaire de la Montagne Noire, à faible plongement vers le S), la *ride de Mariou*, plus ou moins disloquée, que nous venons d'examiner, correspond donc à un repliement anticlinal qui ramène ces calcaires en affleurement à travers les couches du niveau de Ventenac. Pour raccorder ces deux zones, une ondulation synclinale existe nécessairement, cachée par les marnes sous le côté S de la vallée du Tenten. Entre le plan incliné des garrigues et la ride de Mariou, cette ondulation synclinale est-elle simple ? Je ne le pense pas et j'en veux pour preuve l'observation qui suit.

A l'extrême limite nord-orientale du coteau de Mariou, le long de

1. ASTRE (G.). Un habitat gallo-romain à Dabes, près de Raissac-sur-Lampy, et sa raison géologique. 1939. *Bull. Soc. arch. Midi Fr.*, 3<sup>e</sup> sér., t. 3, p. 261-263.

l'ensellement par où passe la grande route allant au N vers Saint-Martin-le-Vieil, le petit chemin qui monte à Mariou débute en tranchée sur la gauche de cette route, à une vingtaine de mètres au N (et en face) de l'embranchement du château de Rocreuse dans un joli sous-bois. A la faveur de cette tranchée, qui décape un talus d'environ 2 m de hauteur, on voit, sous les marnes de surface, une charnière synclinale, faillée légèrement dans son axe et affectant des calcaires (fig. 3). Le flanc S de cette charnière, à plongement de 30 à



FIG. 3. — Charnière synclinale du pied septentrional de Mariou : ce qu'on en voit dans le talus du chemin. La charnière est fracturée de petites failles, qui peuvent avoir été accrues par fauchage des couches vers la vallée du Tenten au N.

40° vers le N, est le flanc N du dôme de Mariou. Quant au flanc N de cette charnière, il a un très faible plongement vers le S et s'atténue presque à l'horizontale. Ce reploiement synclinal laisse donc, en face du N, les calcaires de Mariou bien en contre-haut par rapport à la vallée du Tenten et au plan incliné des garrigues de Saint-Martin-le-Vieil. Pour rejoindre ceux-ci, il est donc indispensable que les couches de cette *charnière synclinale du pied septentrional de Mariou* soient affectées, vers le N, d'une autre ondulation synclinale ou d'une faille, qui ramène le Nummulitique plus bas, à l'altitude de celui des garrigues.

Dans un territoire en général aussi tranquille que la couverture méridionale de la Montagne Noire, il est curieux de constater de telles perturbations : rides sous-marines au temps de l'Yprésien et du Lutétien inférieur, puis, après l'émersion, rides soumises à des efforts de rupture, postérieures au Lutétien moyen. C'est peut-être la traduction, très amortie en surface, d'une ligne de dislocation importante dans le soubassement profond, et de direction pyrénéenne.

On notera aussi la tendance à la structure en dôme, à Mariou, lieu situé à quelques kilomètres à peine à l'E de la terminaison du terrain nummulitique marin. Ce type tectonique affecte volontiers les extrémités de zones de plissement.

# SUR L'ÂGE DE L'OOLITHE FERRUGINEUSE DANS LE JURA NEUCHATELOIS ET LES RÉGIONS VOISINES

PAR **A. Jeannet** <sup>1</sup>.

En 1946, MM. Dreyfuss et Tintant ont avancé que l'Oolithe ferrugineuse des environs de Pontarlier, attribuée d'abord au Callovien, puis par Collot au Callovien et à l'Oxfordien supérieur, est en réalité à considérer comme Argovien inférieur <sup>2</sup>.

Cette conclusion se fonde sur la faunule de deux localités situées dans l'anticlinal G. 7 de Ch. Sprecher [8], mais il n'en est pas donné de coupe stratigraphique. Cet anticlinal : Maisons du Bois-Granges de Malbuisson-La Gauffre-Mont des Verrières-Saint-Sulpice, correspond à celui de Montperreux-Montpetot d'Emm. de Margerie [18].

Les deux gisements fossilifères se trouvent dans la région affectée par le décrochement Mollens-Vallorbe-Pontarlier et se placent de part et d'autre de cet accident. Ce n'est guère dans un territoire à ce point bouleversé que l'on doit chercher des arguments autorisant des conclusions si différentes de celles admises jusqu'ici. Sous prétexte qu'une lacune existe à la base du Jurassique supérieur, dans le Jura central, ces auteurs prétendent que, dans la région de Pontarlier et dans celle de la Chaux-de-Fonds, l'Argovien inférieur repose directement sur la Dalle nacrée et qu'ainsi une partie du Callovien et tout l'Oxfordien y sont absents.

Une connaissance plus étendue de la bibliographie récente du Jura central en particulier et du Jura suisse en général aurait, je pense, dissuadé ces géologues de proposer une telle conclusion. Dans les lignes qui suivent, nous voulons montrer qu'elle est controuvée par les faits et les observations publiées sur le Jura français, vaudois, neuchâtelois, bernois, soleurois et argovien <sup>3</sup>.

Théoriquement, il n'est pas impossible d'avoir, à l'extrême base de l'Argovien, des fossiles et roches remaniés de l'Oxfordien supérieur. Toujours est-il que celui-ci doit avoir existé au voisinage ou être encore en partie conservé dans la même coupe stratigraphique. Mais le cas est rare et je n'en connais qu'un

1. Note présentée à la séance du 8 novembre 1948.

2. M. DREYFUSS et H. TINTANT. Age de l'Oolithe ferrugineuse de la région de Pontarlier. *C. R. somm. S. G. F.*, 1946, n° 13, p. 270-272.

3. Voir par ex. A. JEANNET in Albert HEIM. *Geologie der Schweiz. Tabelle* intercalée entre t. I, p. 505-507 [9].

seul ; c'est à la mine d'Herznach (Argovie) où les fossiles oxfordiens remaniés sont si mutilés qu'ils sont, pour la plupart, indéterminables. Dans les deux gisements mentionnés par nos collègues français, tel ne paraît pas être le cas, car ils parlent exclusivement de l'Oolithe ferrugineuse. Mais ailleurs, non loin de là, Ch. Sprecher distingue les deux niveaux superposés.

## I. JURA FRANÇAIS.

a) *S de Pontarlier*. — Les fossiles provenant du gisement au S de la Gauffre, déterminés par H. Tintant, indiqueraient un mélange d'espèces de l'Oxfordien supérieur (*Euaspidoceras perarmatum* Sow. sp., *Sowerbyceras tortisulcatum* D'ORB. sp.) et d'Argovien inférieur (*Amoeboceras alternans* DE BUCH. sp., *Perisphinctes Helenae* DE RIAZ, *Ataxioceras* cf. *Schilli* OPPEL sp.).

Du second gisement (SW de la Chapelle de Mijoux), il est cité un Cardiocératidé voisin de *Vertebriceras vertebrale* Sow. sp. ainsi que *Perisphinctes colubrinus* REIN. sp.

Dans le Jura suisse, là où la série oxfordienne est complète, *Sowerbyceras tortisulcatum* D'ORB. sp. est surtout représenté à l'Oxfordien supérieur (Herznach). A Saint-Sulpice nous l'avons signalé à l'Oxfordien inf.-moyen [14]. Dans ces deux localités, *Euaspidoceras perarmatum* et *Vertebriceras vertebrale* se rencontrent exclusivement dans la zone supérieure de l'Oxfordien.

Les Périssphinctidés ne peuvent être déterminés sans une minutieuse et longue étude comparative et cela d'autant plus que certaines espèces de niveaux très rapprochés peuvent très facilement être confondues.

*Per. (Dichotomosphinctes) Helenae* DE RIAZ (pour L. Rollier synonyme de *Per. (Dichotomosphinctes) Orbignyi* DE LOR.) a été récolté dans l'Argovien inférieur (Spongilien), par Ch. Sprecher [8, p. 80], à la Grange-aux-Pauvres, dans un anticlinal un peu plus méridional (voir plus loin). — La présence de *Per. (Biplices) colubrinus* REIN. sp. est plus que douteuse. Le type de Reinecke provient du « Beta-Kalk » du Staffelberg, en Franconie, soit du Séquanien inférieur (zone à *Epi-peltoceras bimammatum*). D'après E. Dacqué il serait kimméridgien de la région extra-alpine<sup>1</sup>.

Le type d'*Ataxioceras Schilli* OPPEL sp. est de l'Argovien inférieur d'Argovie. L'espèce citée, voisine de celle-ci, pourrait tout aussi bien être de l'Oxfordien supérieur où les Périssphinctidés sont extraordinairement abondants.

Quant à *Amoeboceras alternans* DE BUCH sp., c'est une forme net-

1. E. DACQUÉ. Wirbellose des Jura. 2. Teil. In GEORG GÜRICH. Leitfossilien. 7. Lief., Berlin, 1934, p. 491.

tement spongitiennne. Une forme voisine de ce niveau a été signalée par Ch. Sprecher à la Grange-aux-Pauvres. La même localité a livré *Cardioceras cordatum* Sow. sp. d'une Oolithe ferrugineuse attribuée à l'Oxfordien supérieur, détermination de L. Rollier [8, p. 81]. On ne doit pas oublier que les espèces de *Cardioceras* sont très abondantes à ce dernier niveau, tant à Saint-Sulpice qu'aux Petites Crosettes, qu'à Herznach surtout. Dans le cas de la Gauffre, je crois à une erreur de détermination ou à un mélange de fossiles lors de la récolte. *Cardioceras* cf. *costicardia* S. S. BUKH. du « Cardioceratan » bien voisin de *Card. vertebrale* Sow. sp. ne peut provenir que de l'Oxfordien supérieur.

De cette revue critique des espèces signalées dans l'Oolithe ferrugineuse des environs de Pontarlier par MM. Dreyfuss et Tintant, il résulte que les seules réellement utilisables se rapportent à l'Oxfordien et plus spécialement à l'Oxfordien supérieur. A notre avis, l'Oolithe ferrugineuse est ici aussi, comme ailleurs aux environs, oxfordienne et ne peut en aucun cas être argovienne.

b) *Granges-aux-Pauvres*. — Cette localité se place dans l'anticlinal G. 4 de Ch. Sprecher : Risoux-Jougneuz-Replans près Sainte-Croix. Cet auteur y a distingué deux niveaux différents : le Spongitienn avec *Amoeboceras* cf. *alternans* DE BUCH sp., *Ochetoceras canaliculatum* DE BUCH sp., *Trimarginites Arolicum* OPPEL sp., *Perisphinctes* (*Dichotomosphinctes*) *Orbigny* DE LOR. (pour L. Rollier = *Perisph. Helenae* DE RIAZ, mais qui serait différent suivant Spath<sup>1</sup>). — Dans l'Oolithe ferrugineuse, attribuée à l'Oxfordien supérieur, il est cité *Cardioceras cordatum* Sow. sp., typique d'après L. Rollier.

## II. JURA SUISSE.

Nous allons passer en revue les gisements connus du Jura suisse et plus spécialement ceux du Jura central.

1. *Jura vaudois*. — a) *Époisats-dessous près Vallorbe*. Le gisement le plus méridional de la région Vallorbe-Pontarlier se place dans l'anticlinal G. 3 de Ch. Sprecher, soit : Chaîne du lac de Joux-Gare de Vallorbe-Aiguilles de Baulmes.

Il s'agit d'une région très disloquée dont Ch. Sprecher a parlé en 1917 [8] et dont se sont occupés d'abord Tutein Nolthenius [10-11] puis D. Aubert [19-20]. De l'Argovien inférieur, Ch. Sprecher cite en particulier *Trimarginites arolicum* OPPEL. sp. Suivant une observation de Nolthenius, toutes les grandes sponges du Spongitienn sont retournées, ce qui ne peut s'expliquer que par l'action de courants marins.

1. L. F. SPATH. Cephalopod Fauna of Kachh, part. 4, 1931, p. 436.

Le contact avec les couches sous-jacentes étant recouvert, ce dernier géologue a fait exécuter une fouille. Il y a observé une alternance de marnes argileuses grises ou jaunâtres et de calcaire compact gris à glauconie. Au sommet il y a été récolté *Cardioceras cordatum* Sow. sp. et *Properisphinctes bernensis* DE LOR. sp. Ch. Sprecher y a signalé la présence de *Hibolites hastatus* BLAINV. sp. D'après D. Aubert [20], les 3 m 5 supérieurs de ces marnes correspondent à l'Oxfordien supérieur. Les 11 m 80 restant seraient attribuables à l'Oxfordien inférieur moyen et au Callovien supérieur (Zone à *Peltoceras athleta*). Comme ce niveau est très généralement représenté par des Oolithes ferrugineuses, dans le Jura suisse, je ne pense pas qu'il soit présent dans cette coupe. A mon avis toutes ces marnes sont oxfordiennes, la partie stérile représentant les « Renggeri-Tone » du Jura bernois.

Cette coupe des Époisats-dessous montre un épaississement de l'Oxfordien vers le S en même temps que le faciès marneux envahit tout l'étage. Plus au N (région S de Pontarlier), il n'est plus représenté que par un faciès oolithique ferrugineux correspondant à l'Oxfordien supérieur seulement.

b) *Environs de Baulmes-Sainte-Croix*. En 1902, Th. Rittener [2, p. 15 et 21] a fait connaître une coupe stratigraphique située au-dessus de Baulmes (viaduc de la Rochette), dans le cœur de l'anticlinal G. 3. Sous le Spongition, il a été observé :

3) Calcaires foncés, grumeleux, avec nids d'oolithes ferrugineuses, 0 m 30, renfermant *Cardioceras cordatum* Sow. sp. *Quenstedticeras flexicostatum* PHIL. sp. (à notre avis douteux à ce niveau), *Euaspidoceras perarmatum* Sow. sp., *Euaspidoceras faustum* BAYLE sp.

2) Marnes noires oolithiques ferrugineuses, 0 m 20, avec nombreuses Bélemnites, *Parawedekindia arduennensis* D'ORB. sp., *Vertebriceras vertebrale* Sow. sp. *Cardioceras cordatum* Sow. sp., *Quenstedticeras flexicostatum* PHIL. sp. (même remarque).

1) Calcaire oolithique ferrugineux, 0 m 20, stérile.

Les couches 2 et 3 représentent l'Oxfordien supérieur, la couche 1 pourrait être du Callovien supérieur. L'Oxfordien réduit a en outre été signalé le long de la route de Baulmes à la Limasse (ESE de l'Aiguillon).

A Sainte-Croix même, dans le haut du village (Closelet), anticlinal G. 5 de Ch. Sprecher, prolongement Chasseron-Creux-du-Van-Montagne de Boudry, l'Oxfordien a été observé autrefois par le Dr Campiche lors de travaux de fondation. Les fossiles de cette collection offrent un mélange d'Oxfordien, de Spongition et même de Bathonien inférieur (?) Il s'agit de couches intercalées entre le Spongition et la Dalle nacrée, dont l'âge oxfordien n'est pas douteux.

Un horizon analogue est en outre signalé plus au N à la Vra-

conne par le même hauteur [2, p. 21]. Il se place dans l'anticlinal G. 6.

*Jura neuchâtelais.* — A) SUD DU VAL DE TRAVERS. L'anticlinal G. 5 : Sainte-Croix-Chasseron-Creux-du-Van-Montagne de Boudry est érodé au S des gorges de l'Areuse et permet de voir des affleurements oxfordiens au fond du Creux-du-Van et dans le flanc N de la Montagne de Boudry. Ce terrain est intercalé entre le Spongition et la Dalle nacrée et a été spécialement étudié en 1925 par A. Jeannet et Ch.-Daniel Junod [14]. Nous avons observé de l'W à l'E :

a) *Ferme Robert*. Calcaires grumeleux plus ou moins marneux et calcaire compact clair à oolithes ferrugineuses, 0 m 35, renfermant *Cardioceras* gr. de *C. cordatum* Sow. sp.

b) *Lanvoennes*. Localité située entre le Champ-du-Moulin et Trey-mont. On y voit sous le Spongition et reposant sur la Dalle nacrée, des calcaires plus ou moins grumeleux et des marnes noduleuses foncées à rares oolithes ferrugineuses au sommet, ainsi qu'un banc calcaire gris verdâtre, grumeleux à oolithes de même nature au sommet. Épaisseur totale 0, 40-0, 45 cm.

Faune très riche : *Cardioceras cordatum* Sow. sp., *Card. Suessi* SIEMIRADS., *Card. excavatum* Sow. sp., *Vertebriceras vertebrale* Sow. sp., *Campylites delmontanus* OPEL sp., *Euaspidoceras perarmatum* Sow. sp., *Proterisphinctes bernensis* DE LOR. sp., *Otosphinctes rota* WAAGEN sp., *Dichotomosphinctes Wartae* NEUMANN sp.

L'âge oxfordien supérieur n'est pas discutable.

c) *Treymont* (Situé à l'E de b). Sous le Spongition, viennent des marnes et des calcaires grumeleux, parfois glauconieux, à oolithes ferrugineuses plus ou moins abondantes. L'épaisseur en est de 0 m 90-0 m 95. La faune est ici aussi très riche et renferme les mêmes espèces que celle du gisement précédent.

B) N DU SYNCLINAL DU VAL DE TRAVERS. On se trouve ici dans l'anticlinal G. 7 : Mont des Verrières-Saint-Sulpice, dans lequel se placent les gisements signalés par MM. Dreyfuss et Tintant.

Plus à l'E, nous avons d'abord l'affleurement *Pont des Iles à Saint-Sulpice*. En 1924, nous lui avons consacré, Ch.-Daniel Junod et moi, une étude détaillée [14].

Sous le Spongition fossilifère et bien séparé de lui apparaît d'abord une alternance de calcaires, marno-calcaires et marnes foncées, plus ou moins glauconieux, avec oolithes ferrugineuses à la base. Épaisseur 2 m 20 à 2 m 30. Les deux couches de base sont les plus fossilifères. Nous y avons récolté, en place : *Sowerbyceras tortisulcatum* D'ORB. sp., *Christolia Christoli* BEAUDOIN sp., *Euaspidoceras perarmatum* Sow. sp., *Wedekindia Constanti* D'ORB. sp., *Campylites delmontanus*, OPEL sp., *Cardioceras cordatum* Sow. sp., ainsi que de nombreux Périssphinctidés. L'âge de ces couches est Oxfordien supérieur,

d'après la faune et parce qu'elles reposent sur l'Oxfordien moyen inférieur, épais de 0 m 08-0 m 15. Il s'agit de marnes foncées à oolithes ferrugineuses renfermant de nombreux *Quenstedticeras* (*Q. Lamberti* Sow. sp., *Mariae* D'ORB. sp.), Hecticocératidés (*Orbignyceras pseudopunctatum* LAH. sp., *Brigthia Brighti* PRATT sp., *Lunuloceras lunuloides* KIL., etc.), Cosmocératidés (*Cosmoceras Duncan* Sow. sp., *Spinikosmoceras ornatum* SCHLOTH. sp.), ainsi que de nombreux Périssphinctidés.

Ce niveau repose sur deux couches de calcaire compact à oolithes ferrugineuses ou grosses concrétions limoniteuses épais de 0 m 55-0 m 60. On y trouve *Bonarellia bicostata* STAHL, *Oppelia subcostaria* OPPEL sp., Hecticocératidés (*Orbignyceras pseudopunctatum* LAH. sp., *Lunuloceras teniolatum* BOR., *Brightia metomphala* BON. sp., *Brightia Salvadori* PAR. et BON. sp., *Brightia sveva* BON. sp.). Nous en faisons du Callovien supérieur. Disons en passant que c'est dans la couche supérieure de ce niveau que L. Déverin a identifié des oolithes ferrugineuses chamositiques [23 pl., fig. 3].

La zone à *Reineckeia anceps*, qui vient au-dessous, est représentée par deux bancs d'un calcaire compact, gris, jaunâtre ou tacheté, avec parties ferrugineuses ou traînées pyriteuses, 0,65. Nous y avons trouvé *Œcoplychius refractus* HANN et un *Erymnoceras* voisin du *E. coronatum* D'ORB. sp.

Entre ce dernier niveau et la Dalle nacrée sous-jacente, se trouvent des marno-calcaires et des calcaires gris rognoneux, épais de 2 m 70. Ils représentent peut-être le sommet de la zone à *Macrocephalites macrocephalus*, de même que la Dalle nacrée, attribuable à ce niveau.

Ainsi à Saint-Sulpice, éloigné de 16 km environ de la Gauffre, le Callovien comprend les trois zones classiques. L'Oxfordien semble y être complet également, bien que les deux zones inférieures soient confondues en une seule couche épaisse de 0 m 15 au maximum. L'Oxfordien supérieur est bien représenté par 2, 20-2, 30 d'un ensemble surtout marneux bien séparé du Spongilien à *Ochetoceras canaliculatum* de BUCH. sp.

C) N DES GORGES DE L'AREUSE (ANTICLINAL SOLMONT-LA-TOURNE). Quelques petits gisements ont été signalés dans cette région, [13-14].

a) *Le Fucil-La Clusette*. On trouve là, entre la Dalle nacrée et le Spongilien, 0 m 15 de calcaire ocreux ou plus ou moins grumeleux, à rares oolithes ferrugineuses : *Cardioceras* gr. du *C. cordatum* Sow. sp. et *Campylites delmontanus* OPPEL sp.

b) *Fretereules*. Ce gisement, situé au bord de la route Neuchâtel-Pontarlier est bien connu, grâce à l'abondance et à la belle conservation de ses Éponges du Spongilien.

Toujours dans les mêmes conditions, on y observe des calcaires plus ou moins grumeleux, ocreux, oolithes ferrugineuses, renfermant

*Cardioceras cordatum* Sow. sp., *Orycerites Fromenteli* Coq. sp., *Euspidoceras ovale* NEUMANN sp.

De cette localité, la collection Jaccard renferme un fragment de *Quenstedticeras Lamberti* Sow. sp. C'est le seul indice d'un niveau inférieur de l'Oxfordien, dans la région des gorges de l'Areuse. On peut penser qu'il y est remanié, mais sa présence indique que ce niveau a dû s'étendre sur une partie de ce territoire tout au moins.

c *Baliset-sur-Rochefort*. Dans un tunnel pour recherches d'eau, nous avons observé 0 m 60 d'un calcaire gris, parfois verdâtre ou tacheté, grumeleux, avec quelques oolithes ferrugineuses : *Cardioceras cordatum* Sow. sp., *Card. Suessi* SIEMIRADSK., *Euspidoceras perarmatum* Sow. sp., *Proterisphinctes bernensis* de LOR. sp.; ce niveau se place entre le Spongilien et la Dalle nacrée, comme dans toute cette région.

Aux gorges de l'Areuse, l'Oxfordien supérieur montre un faciès un peu spécial. Il est plus ou moins grumeleux à oolithes ferrugineuses peu abondantes, mais parfaitement déterminé par sa faune qui indique ce niveau.

D ENVIRONS DU LOCLE-CHAUX-DE-FONDS. Dans la haute chaîne (Mont-Racine-Tête de Ran-Mont d'Amin), l'Oxfordien n'est pas signalé de façon certaine. Il y serait représenté par une mince croûte recouvrant la surface de la Dalle nacrée (communication de M. le Dr H. Suter à Zurich). Par contre, il est connu au N dans les anticlinaux bordant au S la vallée du Locle-Chaux-de-Fonds. Il s'agit de plis qui, par rapport à la région de Pontarlier, se placent entre les anticlinaux G. 7 et G. 8 (Larmont).

#### a) *Anticlinal Som Martel-Petites Crosettes* [6-7].

1 *Entre-deux-Monts*: dans une boutonnière de Dalle nacrée située à l'E de Som Martel, nous avons autrefois récolté, dans une oolithe ferrugineuse: *Pachyceras Lalandei* D'ORB. sp. ainsi que de nombreuses *Belaminites*. Jules Favre signale d'Entre-deux-Monts, sans préciser l'endroit: *Cardioceras cordatum* Sow. sp., *Cardioceras excavatum* Sow. sp. et *Euspidoceras perarmatum* Sow. sp.

Plus au NE, entre les Grandes Crosettes et la Chaux-de-Fonds, suivant Ph. Bourquin, la coupe de l'Oxfordien est actuellement visible au Vallème; elle y est semblable à celle des Petites Crosettes (21).

2 *Petites Crosettes*. Ce gisement, connu depuis longtemps, a été cité par MM. Dufrenoy et Tintant pour étayer la thèse selon laquelle l'Argovien inférieur reposerait directement sur la Dalle nacrée.

Dans toute la région des Petites Crosettes, la Dalle nacrée a été autrefois intensément exploitée comme pierre à bâtir. Elle y apparaît dans de nombreuses carrières abandonnées. La plus grande se trouve au N de la route de la Vue des Alpes. Elle est actuellement comblée par les débris de la ville de la Chaux-de-Fonds. Vers le NE, il y en a d'autres (Cruaillat, Moulin-à-vent). Dans toutes on voyait, il y a une

vingtaine d'années, la découverte formée de Spongitién reposant sur une série plus ou moins épaisse de marnes et calcaires à oolithes ferrugineuses, recouvrant sur la Dalle nacrée.

La coupe de la grande carrière des Petites Crosettes, invisible de de nos jours, est la suivante, d'après J. Favre [6, p. 380, fig. 2] :

Sous le Spongitién apparaissent des marnes bleues stériles, 0 m 10. Elles reposent sur des marnes jaunes à oolithes ferrugineuses, 0 m 20. Au-dessus de la Dalle nacrée viennent des bancs marno-calcaires jaune d'ocre avec intercalations marneuses, 0 m 60. C'est le niveau principal des oolithes ferrugineuses et des fossiles si reconnaissables dans les collections grâce à leur patine jaune ocre. On y a signalé : *Cardioceras cordatum* Sow. sp., *ParaWedekindia arduennensis* D'ORB. sp., *Wedekindia Constanti* D'ORB. sp., *Euspidoceras perarmatum* Sow. sp., *Pachyceras Lalandei* D'ORB. sp.; *Popanites paturattensis* J. B. GREPPIN a été décrit par nous [12]. Toutes nos récoltes, non déterminées encore, sont conservées à l'Institut de Géologie de l'Université de Neuchâtel, mais l'aperçu de la faune donné ici prouve que l'on est en présence de l'Oxfordien supérieur.

Au Cornaillat, nous avons mesuré un peu plus de 1 m entre le Spongitién et la Dalle nacrée. Comme *Cardioceras cordatum* a été récolté dans les bancs inférieurs de la coupe, on peut être assuré que l'Oxfordien supérieur y est seul représenté.

b) *Anticlinal de Pouillerel* (N du synclinal du Locle-Chaux-de-Fonds). L'Oxfordien est représenté en plusieurs endroits.

1) *Col-des-Roches-France et Combe Monterban*. On y connaît des marnes noirâtres ou jaunes à oolithes ferrugineuses, peu épaisses, renfermant surtout des Bélemnites. *Cardioceras cordatum* Sow. sp. y a été récolté.

2) *N de la Chaux-de-Fonds*. Ici aussi la Dalle nacrée a été exploitée en plusieurs points (Combe Grieurin, Endroits, le Chalet) à l'extrémité de la voûte du Dogger. Ici on peut partout s'assurer de la présence de l'Oxfordien et même de Callovien supérieur [6, 7, p. 21 ; 21, p. 8]. Ce qui caractérise ces gisements, c'est l'intercalation, entre l'Oxfordien surtout marneux et la Dalle nacrée, d'un niveau de calcaire à oolithes ferrugineuses brunes, différent de celui des Crosettes, dans lequel nous avons récolté *Peltoceras athleta* PHIL. sp. et *Oppelia subcostaria* OPPEL sp. [16]. Dans des conditions favorables, il a pu être constaté que ce calcaire à oolithes ferrugineuses est discordant sur la Dalle nacrée et concordant avec l'Oxfordien et le Spongitién. A l'ancienne carrière Boillot, nous avons mesuré jusqu'à 1 m 20 de marnes plastiques et de calcaire légèrement oolithique attribuable à l'Oxfordien supérieur et 0 m 11-0 m 14 de calcaire à oolithes foncées du Callovien supérieur. La faune du niveau marneux est pauvre et n'a pas été déterminée. On y trouve surtout des Bélemnites.

3) *Carrière Jacky* [6, p. 379]. Cette localité est connue sous différents noms : Le Chalet, carrières du Basset [6, p. 379]. Elle se trouve sur la route allant de la Chaux-de-Fonds aux Planchettes en son

point culminant. J. Favre, puis Ph. Bourquin en ont donné la coupe stratigraphique que je puis compléter par quelques observations faites en compagnie de Ch.-D. Junod [5, 6 et 21].

Sous le Spongilien viennent d'abord des marnes jaunes stériles épaisses de 0 m 40. — Puis on rencontre des marnes bleu foncé à rognons et fossiles pyriteux, 1 m 50. On y a signalé *Cardioceras cordatum* Sow. sp. — A 10 cm de la base, se trouve une mince couche de 5 cm d'épaisseur à Ammonites non pyriteuses, remplie de Bélemnites et de Mollusques mal conservés. C'est de ce niveau que provient *Christolia Christoli* BEAUDOIN sp. décrit par nous en 1923 [12].

Au-dessous viennent des bancs de calcaires ou marno-calcaires à oolithes ferrugineuses brunâtres, alternant avec des lits marneux noir épais de 0 m 40. J. Favre y signale en particulier *Peltoceras athleta* PHIL. sp. et *Reineckeia anceps* REIN. sp. D'observations faites par nous en 1922, il résulte que ces fossiles sont superposés, le premier apparaissant au sommet, le second à la base de ce niveau. Je puis encore citer *Peltoceras trifidum* QU. sp., *Terebratula Stutzi* TRIB., *Holactypus punctulatus* DESOR, dont c'est la localité type; et *Pygmalus castanea* DESOR sp.

Par l'intermédiaire d'une marne très oolithique mais peu fossilifère, épaisse de 0 m 13, ce niveau repose sur la Dalle nacrée.

Cette coupe est intéressante à plus d'un titre. Elle montre un Callovien comprenant les trois zones connues et l'apparition du faciès pyriteux si bien représenté dans des régions plus septentrionales dans l'Oxfordien.

4) *Côtes du Doubs* [1]. M. de Tribolet découvrit, il y a une cinquantaine d'années, une faune pyriteuse oxfordienne déterminée par L. Rollier.

Le gisement se trouvait sur la route Chaux-de-Fonds-Maison-Monsieur, près des Brenetets (Corps de Garde). D'après un dessin de L. Rollier, les contacts n'y étaient pas visibles, et seule la partie médiane était observable.

La faune pyriteuse récoltée dans ce niveau est assez riche et comprend *Cardioceras cordatum* Sow. sp., *Card. quadratum* Sow., *Parawedekindia arduennensis* D'ORB. sp., *Campylites delmontanus* OPPEL sp., *Taramelliceras oculatum* PHIL. sp., nombreux Périsphinctidés, etc. Cette faune comprise entre le Spongilien et la Dalle nacrée, est analogue à celle des Petites Crosettes, mais le faciès en est différent. Elle est aussi attribuable à l'Oxfordien supérieur.

Plus au N encore, à la Cendrée, sur la rive gauche du Doubs, au N du cirque du Refrain, la série oxfordienne prend les caractères observés dans les Franches-Montagnes, les environs de Délémont-Liesberg et de Montbéliard. A la Cendrée [21], elle est épaisse de 40 m et présente deux niveaux distincts : Au sommet les marno-calcaires avec bancs ou lits de chailles marno-calcaires (Terrain à chailles inférieur) à *Cardioceras cordatum* Sow. sp. Au-dessous se trouvent les marnes à argiles foncées à fossiles pyriteux à *Greniceras Renggeri* OPPEL sp. de l'Oxfordien inférieur et moyen.

3. *Jura bernois (partie interne)*. — L'Oxfordien réduit existe dans l'anticlinal de Chasseral où il a été signalé par L. Rollier et P. Eppe [6 et 22, p. 38].

Au S de Sonceboz, ce dernier a distingué sous les couches de Birmensdorf (Argovien inf.) : 2) Terrain à chailles, 0 m 30, pas de fossiles signalés, 4) « Renggeri-Tone », 0 m 30 à débris de Bélemnites.

Dans la coupe du Steinersberg (cluse de la Suze), L. Rollier [7, p. 154] indique de l'Oxfordien supérieur sous forme d'Oolithe ferrugineuse, de 0 m 30 de puissance. Mais dans cette région, l'Oxfordien semble le plus souvent manquer localement, être très réduit ou être recouvert.

A l'extrémité W de la chaîne du Montoz, suivant P. Eppe [22, p. 73], l'Oxfordien devient plus épais, mais on ne peut plus y distinguer les deux niveaux reconnus au Chasseral.

4. *Jura soleurois (partie interne)*. — a) *Chaîne du Weissenstein partie W*. L'Oxfordien réduit y est signalé d'abord au Hasenmatt par L. Rollier [6, p. 156]. Il y est fait mention de 3 m de chailles et marnes oxfordiennes reposant sur l'Oolithe ferrugineuse à *Peltoceras athleta* PHIL. sp.

b) *Tunnel du Weissenstein*. L. Rollier [4] attribue à l'Oxfordien, y compris le Callovien supérieur, 9 m de marnes noires à *Wedekindia Constanti* D'ORB. sp. Vers la base apparaît un niveau à oolithes ferrugineuses avec *Peltoceras athleta* PHIL. sp. et *Spinikosmoceras ornatum* SCHLOTH. sp.

c) *Région N de Soleure-Günzberg*. A l'E, là où l'anticlinal est érodé jusqu'au Trias, A. Erni [17, p. 3-11, 13] a étudié plusieurs coupes stratigraphiques. L'Oxfordien y est représenté par 4 à 6, 5 m. de marnes oolithiques peu fossilifères en général : *Quenstedticeras prelamberti* DOUV., *Parawedekindia* cf. *arduenensis* D'ORB. sp., *Campylites delmontanus* OPPEL. sp., *Euaspidoceras Babeaui* D'ORB. sp. Il semble que tout l'Oxfordien y soit représenté. Au-dessous vient l'Oolithe ferrugineuse (attribuée ici à l'Oxfordien inférieur) avec faune abondante, *Oppelia subcostaria* OPPEL sp., *Bonarellia bicostata* STAHL sp., *Peltoceras athleta* PHIL. sp., *Pelt. trifidum* QU. sp., nombreux Hecticocératidés et Cosmocératidés. Il s'agit bien ici du Callovien supérieur comme à Saint-Sulpice et aux environs de la Chaux-de-Fonds.

5. *Jura argovien*. — Aux environs d'Aarau, et plus à l'E au confluent de l'Aar et de la Limmat, ainsi que dans la Lägern, l'Oxfordien est réduit à 0 m 10. Il comprend en tout cas la zone

supérieure à *Cardioceras cordatum*. Mais c'est à Herznach que la coupe est la plus complète et la plus fossilifère. Sous les couches de Birmensdorf à *Euspidoceras OEgir* OPPEL sp., *Ochetoceras canaliculatum* DE BUCH, *Trimarginites arolicum* OPPEL sp., vient une succession de l'Oxfordien complet, que nous pouvons résumer comme suit.

3) Marno-calcaire et calcaires à oolithes ferrugineuses 0 m 20. C'est la zone à *Card. cordatum* très fossilifère et renfermant toutes les espèces du niveau et plusieurs nouvelles. Certaines oolithes sont chaumositiques suivant L. Déverin [23, pl., fig. 1-2].

2) Marnes bleues ou violacées à oolithes ferrugineuses, fossiles ordinairement écrasés. 0 m 40. Oxfordien moyen.

1) Calcaires durs rougeâtres à oolithes ferrugineuses. Nombreux *Quenstedticeras*, attribué autrefois au Callovien supérieur. Il s'agit de l'Oxfordien inférieur. 0 m 25.

Au-dessous vient le Callovien avec trois zones à *athleta*, *anceps* et *Macrocephalites*.

La faune de ces différents niveaux est à l'étude et sera publiée dans 2 à 3 ans.

#### CONCLUSIONS.

De la récapitulation des différents gisements oxfordiens de la partie interne du Jura, on se rend compte que cet étage est très généralement représenté avec des épaisseurs variables, mais peu considérables. C'est l'Oxfordien supérieur qui est le plus souvent déterminable, d'après sa faune. L'Oxfordien moyen et inférieur sont beaucoup moins bien représentés et sont plus localisés (Saint-Sulpice, Herznach). Cet étage repose généralement sur la Dalle nacrée, mais au N de la Chaux-de-Fonds, dans le Jura soleurois et argovien, il s'intercale un niveau à oolithes ferrugineuses représentant le Callovien supérieur et parfois aussi le Callovien moyen.

Le repos direct (?) de l'Argovien inférieur sur la Dalle nacrée est localisé dans la haute chaîne neuchâteloise, mais il existe toujours une croûte ferrugineuse entre eux, représentant l'Oxfordien tout au moins. Ce fait ne se retrouve pas dans les localités signalées par MM. Dreyfuss et Tintant.

#### BIBLIOGRAPHIE RÉCENTE

1. L. ROLLIER et M. DE TRIBOLET. — L'Oxfordien pyriteux dans le Canton de Neuchâtel. *Ecl. géol. helv.*, vol. 4, n° 4, p. 343-347, 1 fig.
2. 1902. Th. RITTENER. — Étude géologique de la Côte-aux-Fées et des environs de Sainte-Croix et Baulmes. *Matér. Carte géol. Suisse*. Nouv. sér., n° 13, p. 15 et 21.

3. 1909. L. ROLLIER. — Sur la limite inférieure de l'Oxfordien. 18<sup>e</sup> Congr. Ass. franc-comtoise... Lons-le-Saunier, p. 9-12, 1 fig.
4. 1910. — Troisième supplément à la description géologique de la partie jurassienne de la Feuille VII de la Carte géol. de la Suisse au 1/100.000<sup>e</sup>. *Matér. Carte géol. Suisse*, nouv. sér., n<sup>o</sup> 25, p. 176-179 (Dogger et Malm du tunnel du Weissenstein).
5. — L. ROLLIER et J. FAVRE. — Carte géologique des environs du Locle et de la Chaux-de-Fonds. *Ibid.*, carte spéc., n<sup>o</sup> 59.
6. — J. FAVRE. — Description géologique des environs du Locle et de la Chaux-de-Fonds. *Eclog. geol. helv.*, vol. 11, p. 378-382, fig.
7. — L. ROLLIER. — Les faciès du Dogger ou Oolithique dans le Jura et les régions voisines. Zurich, p. 125, fig. 38, p. 154, etc.
8. — Ch. SPRECHER. — Beitrag zur Kenntnis der Querstörung Mollens-Vallorbe-Pontarlier. Burgdorf, S. 33-37, 81. Skizzen, 18 und 20.
9. 1918-1919. A. JEANNET. — Stratigraphische Tabelle des oberen Jura oder Malm im schweizerischen Juragebirge. in : A. HEIM. *Geologie der Schweiz*. Lief., 6, S. 505-507. Lief. 7, S. 615-618, Taf. 20.
10. 1920. A. B. T. NOLTHENIUS. — Carte géologique des environs de Vallorbe (Jura suisse) 1/25.000<sup>e</sup>. *Commission géol. Suisse*. Carte spéc., n<sup>o</sup> 92.
11. 1921. — Étude géologique des environs de Vallorbe. *Matér. Carte géol. Suisse*, nouv. sér., n<sup>o</sup> 48.
12. 1923. A. JEANNET. — Quelques Ammonites rares de l'Oxfordien du Jura neuchâtelois. *Ecl. geol. Helv.*, vol. 18, n<sup>o</sup> 2, p. 361, 2 fig.
13. 1924. A. JEANNET et CH.-DANIEL JUNOD. — Présence de l'Oxfordien réduit dans l'anticlinal de la Tourne (Jura neuchâtelois). *Ibid.*, vol. 18, n<sup>o</sup> 4, p. 501.
14. 1924. — Sur les terrains qui forment la limite du Dogger et du Malm dans le Jura neuchâtelois. *Bull. Soc. neuchâtel. Sc. nat.*, tome 49, p. 166-193, 2 fig. (Coupe du Pont des Iles à Saint-Sulpice.)
15. 1925. — Sur les terrains qui forment la limite du Dogger et du Malm dans le Jura neuchâtelois. 2<sup>e</sup> note. *Ibid.*, t. 50, p. 101-119, 1 fig.
16. 1928. A. JEANNET. — Sur la nature du contact supérieur de la Dalle nacrée au N de la Chaux-de-Fonds. *Ecl. geol. helv.*, vol. 21, n<sup>o</sup> 2, p. 323-324.
17. 1934. A. ERNI. — Zur stratigraphie und Palaeontologie des Callovien und Oxfordien im Weissensteingebiet (Kt. Solothurn). *Mitt. Natf. Ges. Solothurn*, Heft 10. Separ., 37 S., 1 Taf.
18. 1936. E. DE MARGERIE. — Le Jura, vol. 2. *Mém. Serv. Carte géol. Fr.*
19. 1941. D. AUBERT. — Atlas géologique de la Suisse 1/25.000<sup>e</sup>. Feuille 17 : Vallée de Joux. *Commission géol. Suisse*. Avec note explicative. 24 p., 1 pl.
20. 1943. — Monographie géologique de la Vallée de Joux (Jura vaudois). *Matér. Carte géol. Suisse*, nouv. sér., n<sup>o</sup> 78, p. 40.
21. 1946. Ph. BOURQUIN, H. SUTER et P. FALLOT. — Atlas géologique de la Suisse 1/25.000<sup>e</sup>. Feuille 15 : Biaufond, Les Bois, La Ferrière, Saint-Imier, avec parties limithophes des feuilles Le Locle et La Chaux-de-Fonds. *Commission géol. Suisse*. Avec note explicative par Ph. BOURQUIN, 56 p., 6 pl.
22. 1947. P. EPPLE. — Geologische Beschreibung der Umgebung von Sonceboz im Berner Jura.-Inaug.-Dissert. *Mitt. Naturf. Ges.*, Bern, N. F., Bd. 4, S. 38.
23. 1948. L. DÉVERIN. — Oolithes ferrugineuses des Alpes et du Jura. *Festschrift Paul NIGGLI*. Zürich, 1948, p. 95-102, 1 pl.

# NOTES SUR LES BRYOZOAIRES DU SAVIGNÉEN DES ENVIRONS DE DOUÉ-LA-FONTAINE (MAINE-ET-LOIRE)

PAR **P. Balavoine** <sup>1</sup>.

PLANCHE XV.

Les carrières de Doué sont abandonnées ; par contre il existe un certain nombre de gisements fossilifères dans les localités voisines, à Minière, Soulangier, Rochemenier, Ambillou, etc... Des listes de Bryozoaires ont déjà été publiées, sur Doué-la-Fontaine par Millet et Couffon, Canu et Lecointre.

Toutefois, certaines localités, peu ou pas étudiées jusqu'à présent, m'ont livré une faune de Bryozoaires bien plus complète, en particulier Soulangier avec 44 espèces. Je remercie MM. J. Roger et E. Buge de l'aide qu'ils m'ont apportée lors de déterminations difficiles.

## I. — LES GISEMENTS FOSSILIFÈRES.

a) *Minière*. — L'ancienne sablière de Minière, à côté des fours à chaux, montre un falun sableux qui m'a fourni 23 espèces de Bryozoaires. Les Hornères et Rétépores y sont abondants mais indéterminables.

b) *Soulangier*. — Les carrières de Soulangier, très accessibles, se trouvent à la sortie du bourg vers Martigné-Briand, exactement sous la cote 71 de la carte de l'État-Major au 50.000<sup>e</sup> avant le calvaire et à droite de la route.

J'ai observé, au sommet de la deuxième sablière, une lentille de sable blanc, pulvérulent, riche en Bryozoaires bien conservés (44 espèces).

c) *Rochemenier*. — A l'entrée du village vers Louresse, à droite et à côté de la grille d'une ferme, il existe une petite falunière qui m'a fourni quelques espèces. Aucun Bryzoaire ne me semble avoir été signalé de cette localité jusqu'à présent.

d) *Ambillou*. — De Louresse-Rochemenier, en se dirigeant sur Ambillou avant l'église et à gauche, on prend le chemin

1. Note présentée à la séance du 22 novembre 1948.

d'Ililay. Quelques centaines de mètres plus loin, une falunière abandonnée m'a fourni 20 espèces.

## II. — LISTE DES ESPÈCES RÉCOLTÉES.

- Pyripora pyriformis* MICHELIN (Minière, Soulangier, Ambillou).  
*Acanthodesia Savartii* AUDOUIN (Minière, Soulangier, Rochemenier, Ambillou).  
*Conopeum Lacroixii* AUDOUIN (Soulangier).  
*Hinksina bifurcata* C. et L. (Minière, Soulangier, Ambillou).  
*Hinksina acutirostris* C. et L. (Ambillou).  
*Scrupocellaria elliptica* REUSS (Soulangier).  
*Tremopora radiciifera* HINCKS (Minière, Soulangier, Ambillou).  
*Onychocella angulosa* REUSS (Soulangier).  
*Thalamoporella andegavensis* MICHELIN (Minière, Soulangier, Ambillou).  
*Steganoporella turbarens* C. et L. (Minière, Soulangier, Ambillou).  
*Cellaria mutabilis* CANU (Minière, Soulangier, Rochemenier, Ambillou).  
*Metrarabdotos moniliferum* MILNE-EDWARDS (Minière, Soulangier, Ambillou).  
*Microporella ciliata* LINNÉ (Soulangier).  
*Dakaria Michelini* C. et L. (Minière, Soulangier).  
*Stephanosella biaperta* MICHELIN (Minière, Soulangier, Ambillou).  
*Schizomavella aculifera* C. et L. (Soulangier).  
*Schizomavella auriculata* C. et L. (Minière).  
*Hippadenella Deshayesi* MILNE-EDWARDS (Minière).  
*Hippadenella pelliculata* C. et L. (Minières, Soulangier).  
*Hippadenella striata* C. et L. (Minière).  
*Hippopleurifera grandis* C. et L. (Minière, Soulangier, Rochemenier, Ambillou).  
*Peristomella coccinea* ABILD (Minière).  
*Cheiloporina marginata* C. et L. (Minière).  
*Smittina reticulata* C. et L. (Soulangier).  
*Smittina gibbera* C. et L. (Minière, Soulangier, Ambillou).  
*Porella mutabilis* C. et L. (Ambillou, Rochemenier).  
*Retepora cellulosa* LINNÉ (Ambillou).  
*Holoporella palmata* MICHELIN (Minière, Soulangier, Rochemenier, Ambillou).  
*Holoporella dupliciter* C. et L. (Minière, Soulangier, Rochemenier, Ambillou).  
*Schismopora perforata* C. et L. (Soulangier).  
*Schismopora spathulata* C. et L. (Soulangier).  
*Costazia costazii* AUDOUIN (Soulangier).  
*Spathipora sertum* FISCHER (Minière).  
*Crisia eburnea* LINNÉ (Soulangier).  
*Crisia* (pl. sp.) (Soulangier).

On peut récolter ces petits organismes dans les sables fins où ils sont bien conservés. Ce sont avec Pontlevoy et Savigné les seules localités où ils sont déterminables.

*Plagiœcia patina* LMK (Soulanger).

*Tubulipora flabellaris* NEVIANI (Soulanger).

Cette petite espèce n'est connue que de Noyant et de Savigné ; elle n'est pas rare à Soulanger ; sa bonne conservation facilite sa détermination. J'en ai recueilli 4 exemplaires entiers.

*Idmidronea atlantica* MANZONI (Soulanger).

*Hornera reteporacea* MILNE-EDWARDS (Soulanger).

*Hornera frondiculata* LAMK. (Soulanger).

*Filisparsa andegavensis* MICHELIN (Soulanger).

*Lichenopora licheniformis* MICHELIN (Soulanger, Ambillou).

*Lichenopora echinulata* REUSS (Soulanger).

*Lichenopora stelliformis* REUSS (Soulanger).

*Lichenopora fungicula* MICHELIN (Soulanger, Minière, Ambillou).

*Trelocyclaëcia dichotoma* REUSS (Minière Soulanger, Rochemenier, Ambillou).

*Coscinoecia radiata* C. et L. (Soulanger).

*Heteropora intricata* MICHELIN (Soulanger, Ambillou).

Cette espèce est connue d'un grand nombre de localités des Faluns de Touraine (C. et L.). Elle est très localisée dans le faciès savignéen de Touraine et d'Anjou où son véritable habitat semble être la région de Doué. J'ai observé toutes les variations zoéciales citées par Canu et Lecointre.

*Ceriopora pomiformis* BLAINVILLE (*in* MICHELIN) = (*Chaetetes pomiformis* MICH. Icon., p. 324, pl. 77). (Soulanger (coll. de l'auteur), Martigné-Briand (coll. Lab. Géol. Muséum).)

Deux colonies bien développées, conformes à la figuration de Michelin. Il existe deux *Chaetetes pomiformis*. Le premier, figuré dans la planche 46 de l'Iconographie provient des environs de Paris. Le deuxième *Chaetetes*, figuré pl. 77 est la variété *mamillosa* MICH., qui, très différente, doit être rangée, d'après les caractères extérieurs comme *Ceriopora*. Michelin ne donne pas de localités dans le texte, mais la planche indique « Faluns de Touraine, d'Anjou, et de Bretagne ».

La coll. Michelin (Lab. Malacologie Muséum) renferme un spécimen étiqueté sous ce nom provenant de Doué ; il est légèrement encroûté. Il est donc difficile à identifier.

L'espèce est différente de *Ceriopora tumulifera* C. et L. Les zoécies des mamelons de cette dernière espèce sont toujours plus petites que celles qui les entourent ; sur les parties bien conser-

vées des échantillons de *C. pomiformis*, les zoécies des mame-lons, au nombre de 5 ou 6, rondes, sont beaucoup plus grandes, au moins le double, des zoécies environnantes.

*Ceriodora tumulifera* C. et L. (Soulanger).

*Ceriodora* ou *Reptomulticava* (Soulanger).

Canu et Lecointre ont figuré dans leur monographie des coupes de *Ceriodora* et *Reptomulticava*. Les premiers tubes polypidiens sont différemment orientés dans le noyau central, puis le reste de la colonie est en *Ceriodora* ou *Reptomulticava* (voir *Ceriodora*, pl. XIII, fig. 8 et pl. XLIX, fig. 11).

J'ai recueilli un très jeune spécimen en bon état. On peut voir à la base les lamelles adventives; l'explication du phénomène peut être donnée théoriquement, de la façon suivante : l'ancestrula, c'est-à-dire la zoécie qui naît de la larve, se développe en un petit corps ovoïde, sous lequel les tubes polypidiens croissent à l'abri, en se disposant en un bouquet très aplati, ce qui expliquerait l'aspect en désordre, visible sur les coupes figurées par Canu et Lecointre. Lorsqu'elle atteint la grosseur d'une noisette, les tubes polypidiens percent le diaphragme en se disposant en rosettes rappelant la forme lichénopore. Les nouvelles zoécies envahissent le diaphragme et forment la colonie en *Ceriodora* ou *Reptomulticava*. Sur l'échantillon on peut observer au binoculaire quelques zoécies tubulipores typiques, les autres plus longues, sont déjà constituées.

Dans une deuxième hypothèse, l'ancestrula émettrait d'emblée, par accélération embryogénique, les zoécies en *Ceriodora* ou *Reptomulticava*, en se disposant en rosettes, et le diaphragme observé serait dû aux variations saisonnières. Ce n'est qu'au bout d'un certain temps que les tubes polypidiens passeraient de l'état jeune à l'état adulte en changeant leur orientation.

*Reptomulticava grandipora* C. et L. (Soulanger, Ambillou).

*Reptomulticava parviporosa* C. et L. (Minière, Soulanger, Ambillou).

*Meandropora cerebriiformis* MICHELIN (Soulanger).

J'ai récolté un spécimen népionique de cette espèce. La base est d'aspect foliacé. Les zoécies sont disposées en une rosette comme dans les Lichénopores.

---

## BIBLIOGRAPHIE

- BORG (FOLKE). — Studies on recent Cyclostomatous Bryozoa. Zoologiska Bidrag, Uppsala. 507 p., 13 pl., 1926.
- BUGE (E.). — Les Bryozoaires du Savignéen (Helvétien) de Touraine. Essai de Paléogéographie du Néogène de l'Ouest de la France. *Mém. Mus. Hist. Nat.*, nouv. série, t. XXVII, p. 63-94, 2 pl., 1948.
- CANU (F.) et BASSLER (R. S.). — North american early tertiary Bryozoa. *Bull. U. S. N. Museum*, 879 p., 162 pl., 1920.
- CANU (F.) et BASSLER (R. S.). — Studies on the Cyclostomatous Bryozoa. *Ibid.*, 160 p., 28 pl., 1922.
- CANU (F.) et LECOINTRE (G.). — Les Bryozoaires Cheilostomes et Cyclostomes des Faluns de Touraine et d'Anjou. *Mém. Soc. Géol. Fr.*, nouv. série, n° 4, 215 p., 44 pl., 1925-1934.
- COUFFON (O.). — Excursions géologiques à travers le Saumurois. 28 p., Angers, 1912.
- COUFFON (O.). — Le Miocène en Anjou. *Bull. Soc. ét. Sc. et Arts Angers*, 24 p., 1917.
- HARMER (S. F.). — The Polyzoa of the Siboga expedition. Part I, Res. expl. Siboga, XXVIII, 180 p., 12 pl., 1915.
- LECOINTRE (G.). — La Touraine. Act. Sc. et Industrielles. 250 p., 4 pl., Hermann, 1947.
- MICHELIN. — Iconographie zoophytologique, 1840-1847, Paris.
- ROGER (J.) et BUGE (E.). — Les Bryozoaires du Redonien. *B. S. G. F.* (5), XVI, 1946, p. 217-230.

## EXPLICATION DE LA PLANCHE XV

- FIG. 1. — *Ceriopora* ou *Reptomulticava*.  
Échantillon montrant les rosettes lichenoporiformes. Remarquez quelques zoécies tubulipores.  $\times 6$ .
- FIG. 2. — *Meandropora cerebriformis* MICHELIN. Spécimen népionique. Les zoécies sont disposées en une rosette lichenoporiforme.  $\times 4$ .
- FIG. 3. — *Reptomulticava grandipora* C. et L. Diaphragme en voie de disparition. Spécimen népionique.  $\times 5$ .
- FIG. 4, 5, 6. — *Ceriopora pomiformis* MICHELIN.  
4. Portion de zoarium de l'échantillon fig. 6.  $\times 15$ .  
5, 6. Deux colonies légèrement grossies.

Tous les échantillons figurés proviennent de Soulangier. Coll. de l'auteur.



# OBSERVATIONS SUR LA DÉFORMATION D'UN CALCAIRE MÉTAMORPHIQUE (ADAMELLO MÉRIDIONAL)

PAR **Jean Goguel**<sup>1</sup>.

PLANCHE XVI.

Grâce à l'aimable invitation du professeur Dal Piaz, j'ai pu visiter cet été l'extrémité méridionale du massif granitique de l'Adamello, qui mérite de devenir classique pour la beauté des phénomènes de métamorphisme et la précision des descriptions qui en ont été données<sup>2</sup>.

L'intrusion granitique, qui recoupe le Trias, est considérée comme post-tectonique. On voit par place certains filons, tant acides que basiques, évidemment liés à l'injection principale, traverser en ligne droite des replis serrés des couches sédimentaires.

Je me propose simplement de présenter ici quelques remarques sur un mode particulier de déformation des calcaires de l'Anisien, que j'ai observé en deux points : le premier gisement se trouve au pied méridional du Mont Frerone, vers 2.350 m d'altitude, sur le ruisseau occidental. On se trouve là à quelques 300 m des affleurements du corps principal de l'intrusion éruptive (diorite et grano-diorite), mais au voisinage d'un important stokwerke de filons, tant acides que basiques ; le second gisement est au col du chemin montant de Bazena au Val Fredda, à 1.000 m à l'W du Mont Mattoni (2.020 à 2.050 m), à 250 m environ des affleurements de grano-diorite ; les filons sont ici moins nombreux, et uniquement acides. Ma visite a été beaucoup trop rapide pour que cette liste de gisements soit limitative.

Le faciès non métamorphique de l'Anisien, visible par exemple dans la montée de Breno à Bazena, comporte des lits minces de calcaire pur (2-3 cm) alternant avec des lits argileux. Ceux-ci sont nettement plus plastiques que les calcaires, et leur jeu

1. Note présentée à la séance du 6 décembre 1948.

2. A. BIANCHI et G. DAL PIAZ. Studi geologico-petrografici sul massiccio dell'Adamello : Il settore meridionale del massiccio, *Boll. d. R. Uff. geol. Italia*, vol. LXII (1937), nota 1, Rome, 1937 (87 p., 5 pl.). — Atlante Geologico-petrografico dell'Adamello meridionale, *Mem. Ist. Geol. Univ. Padova*, vol. XII, Padoue, 1937, 16 p., 15 pl., 1 carte en couleur au 1/12.500°.

(Le premier de ces volumes donne la bibliographie antérieure.)

facile permet à l'ensemble de se plisser à la manière d'un flysch. Sur une surface altérée, les lits calcaires restent naturellement en relief.

Le premier effet du métamorphisme, sensible dans certains cas à plusieurs centaines de mètres des affleurements de grano-diorite ou diorite, consiste en une cristallisation de la partie argileuse qui donne une cornéenne à diopside, grenat et calcite. Sur les surfaces altérées, les lits minces de cornéenne restent en relief par rapport au calcaire<sup>1</sup>. Les plis antérieurs subsistent et on peut les reconnaître, comme l'ont montré MM. Bianchi et Dal Piaz, à leur forme « concentrique » : les plis antérieurs au métamorphisme se sont faits à épaisseur constante des lits calcaires. Au contraire, après le métamorphisme, il n'y avait plus de lits plastiques permettant un glissement relatif des bancs ; lorsqu'il s'est produit une nouvelle déformation, elle s'est traduite par une déformation plastique d'ensemble, avec amincissement apparent des flancs des plis, qui ont la même forme pour les lits successifs (plis « semblables »).

Les échantillons que je me propose de décrire indiquent un autre mode de déformation, postérieur au métamorphisme.

Observés par la tranche, ils montrent les lits de cornéenne coupés en segments très courts, séparés les uns des autres, et qui ont parfois pivoté d'un angle assez fort. Il s'agit évidemment d'un phénomène de boudinage<sup>2</sup>, dans lequel la cornéenne s'est comportée comme rigide et le calcaire comme plastique. Dans certains cas, la déformation a été si poussée que, en estimant la longueur initiale d'une partie de la roche par la longueur cumulée des tronçons de cornéenne, on constate que la longueur actuelle en est le triple. Souvent, d'ailleurs, la déformation est beaucoup moins poussée.

L'examen en plaque mince (pl. XVI, 7 et 8) montre que la masse du calcaire est formée de grains de calcite de l'ordre de 0 mm 04, qui ne sont nullement maclés, mais présentent une elongation assez nette, suivant une direction faisant un petit angle (par exemple 18°) avec les lits de cornéenne. On voit nettement des lits de calcaire s'infléchir au droit des interruptions de la cornéenne, pour venir occuper les vides correspondants. Cependant, les plus étroits de ces vides, ou les zones situées immédiatement au contact des extrémités de tronçons, sont occupés par une calcite en plus gros cristaux, rarement maclés, dépourvus des impuretés qui donnent une teinte foncée à la masse du calcaire. Quelques veinules de calcite blanche, très minces, au

1. *Op. cit.*, Atlante, pl. VII.

2. Sur le phénomène du boudinage en général, voir essentiellement : C. E. WEGMANN. Note sur le boudinage, *B. S. G. F.* [5], 11, 1932, p. 477-491, pl. XXVIII-XXIX. — F. CORIN. A propos du boudinage en Ardenne. *Bull. Soc. Belge Géol., Pal., Hydr.*, t. XLII, p. 101-117, 1932.

sein du calcaire, sont formées d'une seule file de grains de calcite, à peine plus gros que ceux du calcaire.

La déformation par macle ne paraît donc avoir joué aucun rôle pour la masse du calcaire, ou tout au moins n'a laissé aucune trace. Le processus essentiel doit être une déformation des grains par dissolution et recristallisation, passant localement à la cristallisation de grains de calcite nouveaux, dans les anfractuosités où la pénétration du calcaire est la plus difficile ; on ne peut d'ailleurs établir toujours une coupure tranchée entre ces deux processus.

Pour les lits ordinaires de cornéenne, on n'observe aucune déformation des tronçons, dont les angles restent parfaitement vifs. Par contre, un lit exceptionnel, épais de 5 cm, paraît avoir subi une certaine déformation ; les angles d'un de ses tronçons sont nettement refoulés vers l'intérieur (planche XVI, 5).

J'ai déjà signalé le pivotement subi par les tronçons de cornéenne. Il devient appréciable dès que la déformation est assez poussée pour que la distance entre tronçons représente une proportion assez notable de la longueur de ceux-ci (plus de 0,2 pour fixer les idées). Ce pivotement tient évidemment à ce que les directions principales de la déformation globale (c'est-à-dire la direction d'allongement maximum et celle de compression maximum) n'étaient pas respectivement parallèle et perpendiculaire aux lits de cornéenne. Il ne me paraît pas possible de déduire, par une analyse cinématique, la position de ces directions principales, du pivotement des tronçons. En effet, si la déformation doit être à peu près homogène au milieu des lits calcaires, elle devient très différente au voisinage des tronçons rigides de cornéenne, et le remplissage entre tronçons n'est pas identique au calcaire vierge.

A défaut d'analyse cinématique, une expérience sur un modèle (plastiline englobant des fragments de bois) montre que les tronçons pivotent dans le sens où tend à les entraîner le cisaillement s'exerçant sur le plan moyen de la cornéenne (fig. 1), comme on pouvait le prévoir intuitivement. C'est en particulier, le sens auquel on pouvait s'attendre, compte tenu de la plasticité de la matière qui s'infiltre entre les tronçons, dans laquelle la pression moyenne est moindre qu'entre les lits de cornéenne, et à laquelle son état naissant doit laisser une grande possibilité de déformation. L'expérience reproduit de plus cette particularité, visible sur la pl. XVI, que les tronçons courts, de section carrée, pivotent d'un plus grand angle que les tronçons plus larges.

Il est très facile, dans le cas présent, d'observer sur la surface

des lits de cornéenne, l'allure des fissures béantes qui les divisent. Ceci n'était guère possible pour les boudinages de roches métamorphiques décrits par Wegmann. Quant aux grès de Bastogne, d'après Corin, ils sont en général divisés suivant une série de lignes parallèles, ou parfois suivant deux systèmes de lignes orthogonales, donnant à la surface des bancs un aspect que Wegmann compare à certaines plaques de chocolat.

Ici, l'aspect des lits fragmentés est très différent. Avant de l'étudier, il est bon de se remettre en mémoire le régime dynamique sous lequel s'est produit cette fragmentation. Pour interpréter le boudinage, on doit admettre que la roche était soumise,

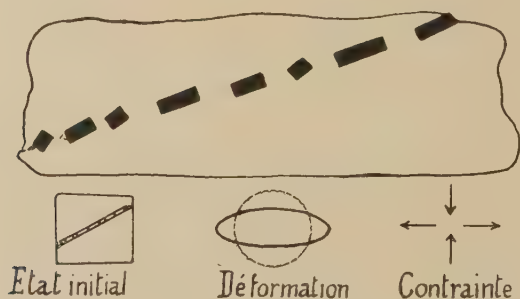


FIG. 1. — Expérience faite avec de la plastiline, dans laquelle ont été enrobés des morceaux de bois, l'ensemble étant ensuite écrasé. Noter le sens de rotation des fragments.

dans son ensemble, à une contrainte telle que la partie plastique (ici le calcaire) aurait eu tendance, en l'absence de lits durs (ici cornéenne), à s'étaler dans un plan voisin de celui de la stratification : il faut pour cela que la pression qui s'exerce sur la direction de stratification soit plus forte que celles qui s'exercent à angle droit. J'ai montré <sup>1</sup> comment les lits rigides empêchant cette déformation, l'écart entre les composantes principales de la contrainte y devenait beaucoup plus fort que dans le calcaire environnant, au point qu'il peut apparaître des tractions suivant la stratification. Il faut bien se souvenir que ces tractions ne sont pas transmises de bout en bout à travers le lit rigide, comme dans un essai de traction à l'air libre, mais prennent naissance dans chaque fragment, au contact de la roche plastique ; et c'est pourquoi la coupure du lit rigide ne supprimant pas ces efforts, le morcellement peut se poursuivre.

1. J. GOGUEL. Introduction à l'Étude mécanique des déformations de l'écorce terrestre. *Mém. Serv. Carte Géol. France*, ch. XV, p. 274, 1943.

Même en ne supposant plus les directions principales de la contrainte <sup>1</sup>, qui s'exercent globalement sur la roche, respectivement parallèles et perpendiculaires à la stratification, il est possible de calculer, en grandeur et direction, les composantes principales de la contrainte, séparément dans le calcaire et dans la cornéenne, mais le calcul est beaucoup trop compliqué pour trouver place ici. La pression qui s'exerce sur le plan de stratification est naturellement la même, mais l'écart entre les deux composantes principales de la contrainte, voisines de ce plan, est beaucoup plus grand dans la cornéenne que dans le calcaire. On constate de plus que les directions principales ne sont pas les mêmes dans les deux milieux : elles font des angles beaucoup plus faibles avec la stratification et sa normale, dans la cornéenne que dans le calcaire et sont inclinées à peu près dans le même sens. La fig. 7 indique leur disposition relative en cas de déversement latéral.

Comme le montrent les figures 2 et 4, et la fig. 2 de la pl. XVI, les fissures se rangent, à première vue, en deux systèmes, faisant entre eux un angle très aigu (moins de  $45^{\circ}$ ). Lorsque des fissures, généralement isolées, font un grand angle avec ces deux directions, on voit facilement qu'elles sont postérieures à la déformation, et traversent aussi bien le remplissage calcaire des fissures que les fragments de cornéenne ; il n'y a donc pas à en tenir compte.

Fréquemment, les fissures de l'un des systèmes sont largement ouvertes, relativement espacées et assez continues ; celles de l'autre système sont plus étroites, plus serrées, et souvent moins régulières. On peut parfois — assez rarement — reconnaître que certaines d'entre elles se prolongent de part et d'autre de l'une des premières fissures. Parfois une de celles-ci subit une déviation en baïonnette, empruntant sur une faible longueur le tracé des fissures du second système (fig. 2 à 4). Celui-ci ne peut donc être postérieur au premier, et nous sommes obligé de considérer leur genèse comme simultanée. Par ailleurs, les sections transversales montrent que les fissures sont presque perpendiculaires à la stratification. On ne peut apprécier exactement la valeur de cet angle sur des sections obliques, mais certains échantillons permettent de se rendre compte que l'angle aigu (d'ail-

1. On rappelle que, en un point d'un solide soumis à des efforts quelconques, la force que subit un élément de surface lui est normale pour trois directions trirectangulaires, qui sont les directions principales. La connaissance, en grandeur et direction, des pressions principales, définit complètement l'état de contrainte.

leurs peu différent d'un angle droit) est celui qui, dans le pivotement des tronçons, tend à se rapprocher de l'axe (fig. 2).

La considération du cercle de Mohr montre facilement que,

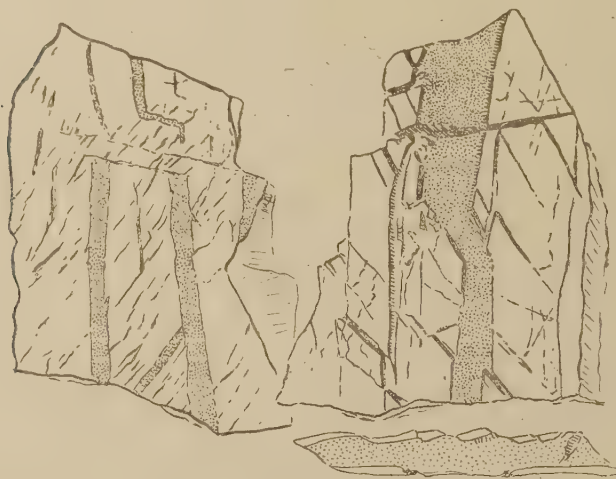


FIG. 2. — Deux faces et section d'un échantillon dans lequel le jeu principal s'est fait suivant un tracé en baïonnette, empruntant successivement les deux directions de fissures, ce qui montre la simultanéité de leur apparition (Échelle : 1/2).

si les trois pressions principales sont différentes, les deux surfaces de rupture passent par la direction de la pression médiane (fig. 5). Ici cela veut dire que, au moment de la rupture des lits de cornéenne, et dans l'épaisseur de ceux-ci, les composantes

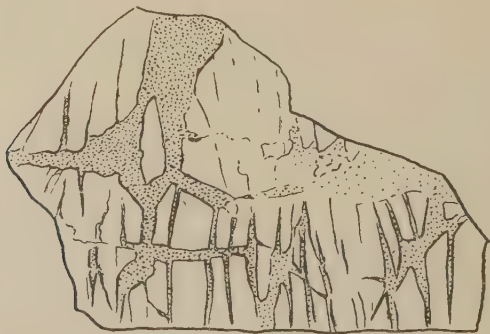


FIG. 3. — Échantillon dans lequel les fissures secondaires se correspondent visiblement de part et d'autre des fissures principales. Sur la gauche, les deux systèmes sont, par exception, à peu près perpendiculaires (Échelle : 2/3).

extrêmes de la contrainte (pression et traction relatives) étaient presque parallèles à leur plan. Nous savons que, pour une rupture, la courbe intrinsèque est ouverte : c'est donc la plus forte

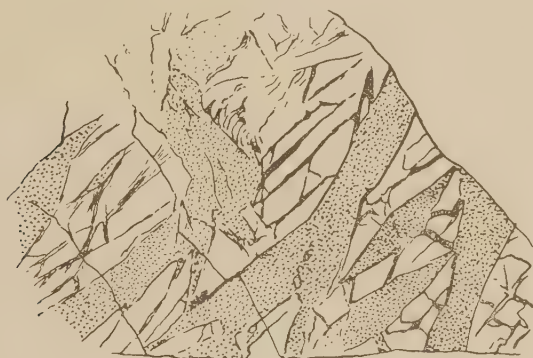


FIG. 4. — Échantillon dans lequel les deux directions de fissures ont, par exception, joué simultanément (Échelle : 2/3).

pression qui était dirigée suivant la bissectrice de l'angle aigu des fissures.

Les courbes intrinsèques expérimentales présentent une allure parabolique. Admettant qu'il en est de même ici, la très faible

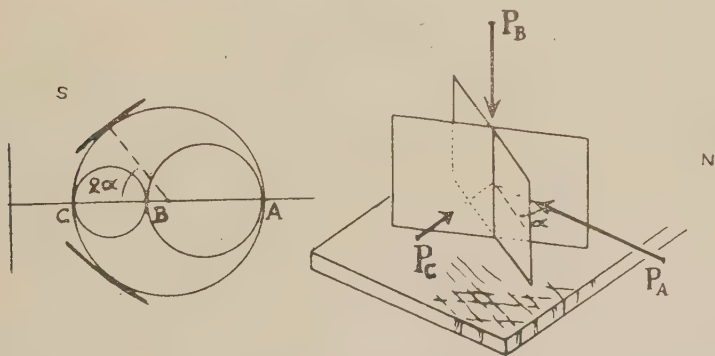


FIG. 5. — Cercle de Mohr, et disposition des directions principales de la contrainte, dans la cornéenne, par rapport aux directions de fissures.

valeur de l'angle  $2\alpha$  des fissures montre que la plus faible pression  $P_C$  dans la cornéenne est très vraisemblablement une traction ; si c'était une pression, elle serait certainement inférieure au  $1/6$  de la plus forte pression  $P_A$ .

La théorie montre que l'une des directions principales est

beaucoup plus voisine de la normale, dans la cornéenne que dans le calcaire mais elle faisait prévoir des inclinaisons dans le même sens ; lorsque les tronçons ont pivoté, le sens de leur mouvement est opposé au côté vers lequel la direction principale était inclinée dans le calcaire ; la légère obliquité de la cassure indiquerait une inclinaison en sens inverse de la direction principale correspondante dans la cornéenne, et non pas dans le même sens, comme le faisait prévoir le calcul. Il y a là une petite difficulté qui demanderait des recherches ultérieures ; peut-être la

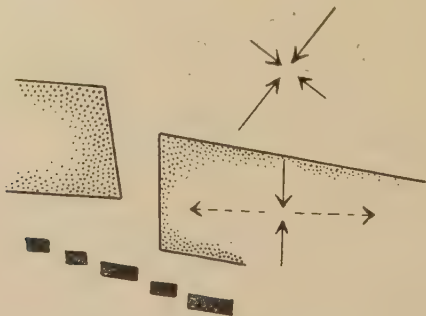


FIG. 6. — Directions principales de la contrainte dans le calcaire, déduites du sens de pivotement des tronçons, et dans la cornéenne, déduites de l'obliquité des fissures.

cornéenne a-t-elle, en réalité, subi une légère déformation, au cours du pivotement ? (fig. 6.)

La contrainte dans le calcaire avant rupture (et par conséquent aussi la contrainte moyenne) différait de celle que nous venons d'étudier dans la cornéenne, non seulement par l'orientation des directions principales, mais également en grandeur. La différence des pressions principales voisines de la normale au plan de stratification étant très faible, il n'est pas certain que la pression principale voisine de la bissectrice aiguë des fissures soit plus forte que la pression qui s'exerce sur la stratification ; on peut seulement affirmer qu'elle est supérieure à la moyenne des deux autres (s'il en était autrement, il serait apparu dans la cornéenne des tensions suivant toutes les directions, et le lit de cornéenne se serait brisé par des cassures obliques sur sa surface).

Une fois les fissures apparues dans le lit dur, la déformation du milieu plastique va devenir quelque chose de très complexe, et la contrainte y variera d'un point à un autre. De gros déplacements de matière doivent se produire pour combler les vides qui résulteraient de l'écartement des tronçons rigides. Une ana-

lyse détaillée ne paraît pas possible, mais il est probable que le mouvement de la matière doit se faire suivant des plans perpendiculaires aux fissures qui s'ouvrent. Les lèvres de celles-ci doivent donc s'écarter normalement à leur direction. S'il en est bien ainsi, les deux systèmes de fissures ne peuvent pas s'ouvrir simultanément. La direction de celui des deux qui joue en premier lieu est déterminée par le régime des contraintes existant dans le milieu plastique, dont les axes n'ont pas la même direction que dans la cornéenne. En particulier, dans le cas où le pivotement des tronçons montre le sens de l'inclinaison sur la stratification de la pression minimum (qui se projette à peu près suivant la bissectrice de l'angle obtus des fissures) l'inclinaison de la pression maximum (voisine de la bissectrice de l'angle aigu) est telle que la direction de la fissure qui s'ouvre en premier lieu est comprise entre les directions de pressions maximum et minimum situées de part et d'autre du plan. C'est en effet cette direction qui est la plus voisine de la direction principale *dans le calcaire* ; bien entendu, les deux directions de fissures sont symétriques par rapport aux directions principales dans la cornéenne (fig. 7).

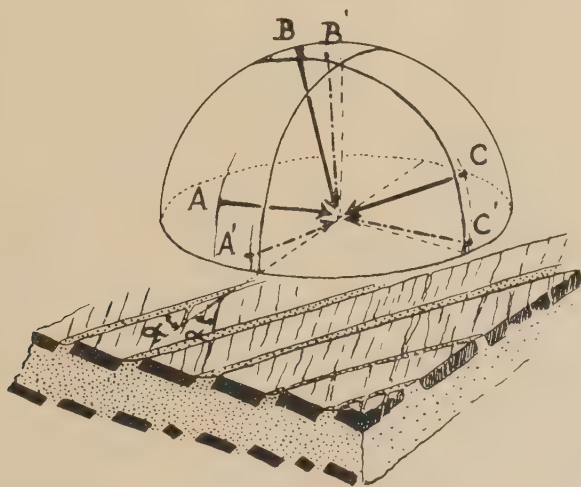


FIG. 7. — Positions, par rapport aux directions de fissures principales et secondaires, et au sens de pivotement des tronçons, des directions principales de la contrainte moyenne (A, B, C, traits pleins) ; en traits mixtes, directions A', B', C' principales dans la cornéenne ; la contrainte dans le calcaire diffère peu de la contrainte moyenne, si les lits de cornéenne sont minces.

Les valeurs des pressions principales à peu près normales  $P_{B'}$  et  $P_B$  diffèrent peu. Au contraire, la différence  $P_{A'} - P_{C'}$  est beaucoup plus grande que  $P_A - P_C$ . Dans la cornéenne,  $P_{A'} > P_{B'} > P_{C'}$ .

Mais le jeu — à peu près orthogonal — d'une première direction de fissures entraîne une déformation globale, d'où résulte une modification progressive des contraintes extérieures. Celles-ci vont faire jouer, à leur tour, les fissures du second système, souvent d'une manière moins régulière et moins ample ; il peut se faire parfois des déchirures assez capricieuses.

Il faudrait encore tenir compte de l'influence de la déformation d'un des lits de cornéenne, sur la déformation des lits voisins. La plupart des échantillons montrent sur leurs deux faces des lits de cornéenne dont les déformations sont très différentes, dans le détail, mais présentent les mêmes directions des fissures, comme la théorie précédente le faisait prévoir. Mais il y a, de plus, une certaine correspondance entre les fissures les plus largement ouvertes. Le pivotement des tronçons, lorsque les mouvements sont suffisamment amples, ne change rien aux conditions dans lesquelles s'était faite auparavant la fissuration. Pour un des échantillons qui montrent le plus nettement ce pivotement, il n'y a presque pas de déplacement suivant la seconde direction de fissure, cependant bien marquée.

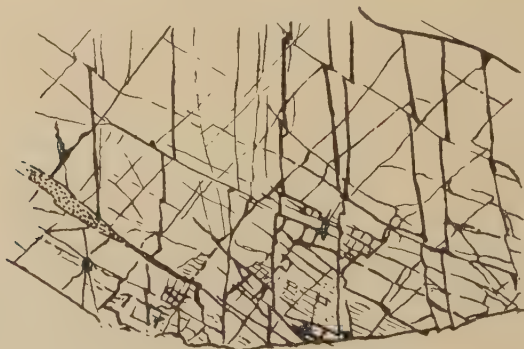


FIG. 8. — Réseau des fissures d'un échantillon n'ayant pas subi d'extension dans son plan (cf. pl. XVI, fig. 6), mais dont les fragments ont cependant joué les uns par rapport aux autres. On peut l'interpréter en admettant que la pression normale à son plan devait être voisine de la pression principale la plus faible et non de la plus forte comme dans le cas général.

Les résultats fournis par l'étude des échantillons que je viens de décrire aident à comprendre d'autres échantillons (fig. 8, et planche XVI, fig. 6, échantillon analogue dans la collection de Padoue). Ici, les fissures ne sont pas béantes, mais elles ont joué parallèlement à leur direction. On peut admettre que la disposition des directions principales de la contrainte était à peu

près la même que ci-dessus, puisque la fissuration initiale est à peu près la même. Mais la pression principale médiane, celle qui était à peu près perpendiculaire à la stratification, devait être voisine, non de la plus forte, mais de la plus faible. Il ne s'est donc pas produit de boudinage, mais les fragments ont joué en cédant à la plus forte pression, celle qui était située dans l'angle aigu des fissures. Je considère la troisième direction de fissures comme secondaire.

Peut-on se faire une idée sur la valeur absolue des pressions responsables de la déformation ? Cela me paraît très difficile. Le seuil de plasticité du calcaire dépend certainement très largement des conditions physiques dans lesquelles il se trouve placé, et plus encore des conditions chimiques. Il n'est pas interdit de penser que la composition du fluide imprégnant la roche avait été sensiblement modifiée par l'intrusion éruptive, et comportait une forte teneur en gaz carbonique. Pour peu que la température ait subi une légère élévation, le seuil de plasticité du calcaire devrait être extrêmement bas. D'autre part, la cornéenne ne montre pratiquement aucune plasticité. Tout ceci est conciliable avec la profondeur relativement faible que les géologues italiens assignent à l'intrusion tonalitique par la reconstitution des terrains érodés.

Les déformations étudiées sont postérieures au métamorphisme, et ne remontent donc pas à la phase tectonique principale, qui est plus ancienne. Elles résultent vraisemblablement d'efforts en relation avec la mise en place de la tonalite, ou sa consolidation ; l'action chimique de la fumerolle carbonique rendant plus facile la déformation du calcaire (comme dans l'exemple de la Barégienne présenté récemment par M. Hupé <sup>1</sup>), des efforts même modérés ont pu suffire à imprimer leur trace dans la roche.

Il resterait à préciser, sur le terrain, les directions des contraintes correspondantes, que j'ai essayé de reconnaître à l'échelle de l'échantillon. Une étude systématique fournirait sans doute des renseignements très intéressants sur les efforts engendrés par la mise en place du granite.

Il m'a paru intéressant de montrer la possibilité d'une telle étude, et de souligner la succession dans le temps des épisodes métamorphiques et mécaniques.

---

1. *C. R. somm. S. G. F.*, 2 février 1948, p. 47.

## EXPLICATION DE LA PLANCHE XVI

- FIG. 1. — Surface d'un échantillon où la cornéenne a été disloquée d'une manière très irrégulière (G. N.).
- FIG. 2. — L'autre face du même échantillon, c'est-à-dire le lit suivant de cornéenne, division très régulière (G. N.).
- FIG. 3. — Lits de cornéenne tronçonnés et pivotés, section et surface ( $\times 1/3$ ).
- FIG. 4. — Section de lits très fortement étirés ( $\times 1/6$ ).
- FIG. 5. — Section de lits très étirés ; vers le bas, les tronçons d'un lit très épais ont été déformés et arrondis ( $\times 1/5$ ).
- FIG. 6. — Surface d'un lit dont les tronçons ont joué sans s'écarter les uns des autres ( $\times 1/3$ ).
- FIG. 7. — Section transversale, montrant la déformation du calcaire entre deux lits de cornéenne, dont on aperçoit des tronçons ; des filonnets de calcite ont été entraînés et courbés ( $\times 4$ ).
- FIG. 8. — Section transversale, montrant le détail du coin de calcite néogène formé à l'extrémité d'un tronçon ( $\times 15$ ).
- FIG. 1 et 5. — Gisement du Mont Frerone. Tous les autres échantillons : de Bazena. 1 et 2, clichés Bachelet ; 7 et 8, clichés Leriche.
-

# LA FAUNE DES GRAUWACKES DE CHAUFFOUR PRÈS SAINT-BARTHÉLEMY (MAINE-ET-LOIRE)

PAR J. Pillet<sup>1</sup>.

PLANCHE XVII.

## I. — LE DÉVONIEN DE L'EXTRÉMITÉ E DU SYNCLINORIUM SAINT-JULIEN DE VOUVANTES.

La stratigraphie des couches dévoniennes des environs d'Angers a été reconnue par Rondeau [9], OEhlert [4], M. J. Péneau [5, 6, 7]. Il est inutile de reprendre en détail cette étude. Les niveaux reconnus sont les suivants :

- |                                                   |                |
|---------------------------------------------------|----------------|
| 4. Calcaires d'Angers et de Saint-Barthélemy..... | EMSIEN         |
| 3. Schistes, calcschistes et grauwackes.....      | } SIEGENIEN    |
| 2. Schistes bleus.....                            |                |
| 1. Grès à <i>D. Monnieri</i> .....                | SIEGENIEN INF. |

La base du Dévonien (Gédinnien) n'a pas été reconnue, et le niveau 1 repose, par l'intermédiaire d'une assise de schistes azoïques, sur les schistes à phtanites du Gothlandien inférieur (Llandovery). Le niveau 2 n'a été reconnu qu'aux fours à chaux d'Angers. Le niveau 3 existe surtout en deux gisements :

a) *Aux fours à chaux d'Angers*, où il forme une assise puissante de plusieurs mètres, très fossilifère, intercalée entre les niveaux 1 et 2 d'une part et les calcaires 4 d'autre part. La série étant renversée, les grauwackes recouvrent le calcaire plus récent. Leur faune fut étudiée par OEhlert [3, 4], O. Couffon [1], puis par M. J. Péneau [5] qui établit l'âge Hunsrückien sup. Les listes de fossiles sont très incomplètes, et seront augmentées ultérieurement.

b) *A Chauffour, près Saint-Barthélemy* ; c'est le gisement étudié.

## II. — LE GISEMENT.

Il fut signalé en 1932 par M. J. Péneau [7]. La succession des couches est la même qu'à Angers :

du N au S, on observe : le grès à *D. Monnieri* qui n'affleure pas, mais dont on recueille des blocs fossilifères dans les champs. Les

1. Note présentée à la séance du 8 novembre 1948.

niveaux 2 et 3 sont invisibles à leur place normale. Le calcaire, sillonné de failles transversales, est exploité en carrière. Les schistes, calcschistes et grauwackes ne sont visibles qu'en un point limité, pris entre deux failles qui les séparent du calcaire. La carte du gisement fut donnée par J. Péneau [6, p. 81], et il n'y a pas à y revenir. L'affleurement est très mauvais. On observe des schistes gris, fissiles, avec des bancs de grauwacke jaune très tendre, très fossilifère, et des petits bancs calcaires fossilifères, mais où les fossiles sont presque impossibles à dégager.

Les fossiles étudiés proviennent pour la plupart des grauwackes. Ils sont à l'état de moules internes. Les Brachiopodes ont, pour la plupart, les valves isolées, et les Trilobites sont presque tous désarticulés. Les broussailles et la terre végétale rendent presque impossibles les recherches actuellement.

### III. — LA FAUNE.

M. Péneau cita trois espèces du gisement [7] (« *Cryphaeus* » *Barrandei* OEHLERT, « *Cyphaspis* » *hydrocephala* ROEMER, « *Cyphaspis* » cf. *Gaultieri* ROUAULT). J'ai pu y ajouter un certain nombre d'autres, en étudiant la presque totalité des spécimens recueillis dans ce gisement. Je remercie M. J. Péneau pour l'amabilité avec laquelle il me prodigua ses conseils et m'ouvrit sa bibliothèque. Je remercie également MM. Dupuis, Lardeux, Roger, qui me confièrent leurs récoltes<sup>1</sup>.

M<sup>lle</sup> RENAUD a donné<sup>2</sup> des listes synonymiques de la plupart des espèces citées. Nous renvoyons à ces listes qui n'ont pas été reproduites.

#### 1. — Trilobites.

##### *Scutellum gervillei* (BARRANDE).

Pl. XVII, fig. 4-4 a.

SYNONYMIE : voir A. RENAUD (*loc. cit.*, p. 276).

MATÉRIEL : 1 pygidium. Coll. Roger. Dimensions (restauré) :  
L = 25 mm ; l = 36 mm.

OBSERVATIONS : Cette espèce fut décrite en détail par OEhlert<sup>3</sup>. L'échantillon montre quelques différences avec les figures

1. Tous les fossiles étudiés, sauf ceux de M. ROGER, figurent maintenant dans les collections du Musée paléontologique d'Angers.

2. M<sup>lle</sup> RENAUD. Le Dévonien du synclinorium médian Brest-Laval. *Mém. Soc. Géol. min. Bretagne*, VII, 1942.

3. OEHLERT. Description de *Goldius Gervillei*, *Bull. Soc. Ét. Sc. Angers*, XVI, 1886, p. 113.

d'Oehlert : — Le rudiment d'axe est semi-circulaire, non triangulaire, sa trilobation est moins accusée.

L'étude d'un grand nombre de spécimens provenant des calcaires emsiens de Saint-Barthélemy (Saint-Malo et Chauffour) montre que ces caractères sont sujets à des variations individuelles. Oehlert, ne possédant que deux spécimens au moment de son étude, ne put signaler ce fait.

EXTENSION VERTICALE : Massif armoricain : Siegenien moyen (calcaires de Brulon, Néhou, Cossé en Champagne) ; Emsien (grauwacke du Bois de Brunard, calcaires d'Erbray et d'Angers). — Bohème : Étage F.

### *Proetus* sp.

MATÉRIEL : Une contre-empreinte. Coll. J. Pillet. — Dimensions :  $L = 2$  mm ;  $l = 3,2$  mm.

Pygidium convexe. Axe obtus, large de 1 mm, s'arrêtant à 0,3 mm, du bord, orné de 4 côtes. Côtés avec 4 plis.

OBSERVATIONS : Il n'est pas possible de déterminer un pygidium de *Proetus* de cette dimension, et assez mal conservé. Les céphalothorax de ce groupe ont d'ailleurs plus varié que les pygidium qui offrent moins de caractères spécifiques.

### *Otarion Barrandei* (CORDA).

Pl. XVII, fig. 1, 1 a, 2, 2 a, 2 b.

1852. *Cyphaspis Barrandei* BARRANDE, Syst. sil. Boh. I, pl. 18, fig. 38-48.

1855. *Cyphaspis hydrocephala* A. ROEMER, *Paleontographica*, V, p. 7, pl. I, fig. 11.

1878. *Cyphaspis hydrocephala* KAYSER, Die fauna d. Alt. Dev. d. Harz., pl. I, fig. 2.

1890. *Cyphaspis hydrocephala* NOVAK, *Pala. Abh.*, pl. III, fig. 19.

1899. *Cyphaspis hydrocephala* BURHENNE, Leun., pl. I, fig. 11-14.

1912. *Cyphaspis hydrocephala* HERMANN, Das hercynische Unterdevon bei Marburg. *Dies. Jahrb.*, Bd. XXXII, Teil. I, pl. 20, fig. 23.

1914. *Cyphaspis hydrocephala* RUD. RICHTER, Ueber d. Hypostom und einige Arten der Gattung *Cyphaspis*. *Centrbl. Min. Geol. Pal.*, n° 10, p. 310, fig. 2.

1928. *Cyphaspis hydrocephala* J. PÉNEAU, [5], p. 138, pl. VIII, fig. 4 a, b.

MATÉRIEL : 2 céphalothorax en bon état, de grande taille. Coll. Roger ; 1 céphalothorax moins bien conservé. Coll. J. Pillet. — Dimension du plus grand :  $L = 12$  mm,  $l = 18$  mm.

OBSERVATIONS : R. Richter a étudié cette espèce et les formes voisines<sup>1</sup>. Il a donné les caractères distinctifs des espèces voi-

1. R. RICHTER. Ueber d. Hypostom und einige Arten der Gattung *Cyphaspis*. *Centrbl. Min. Geol. Pal.*, n° 10, 1914, p. 306-317.

sines, différences qui furent résumées par M. J. Péneau [5], p. 138.

Le même auteur donna les différences avec *Otarion Gaultieri*, espèce commune dans le Couvinien du Finistère. En 1932 [7], il signala « *Cyphaspis* » *hydrocephala* et « *Cyphaspis* » cf. *Gaultieri* dans la grauwacke de Chauffour, d'après les deux spécimens de M. Roger. L'échantillon nommé *Cyphaspis* cf. *Gaultieri*, figuré ici (planche XVII, fig. 2, a, b) semble différent de l'espèce de Rouault, et je le rapproche, avec doute, d'*Otarion hydrocephala*. La distinction entre les deux espèces est d'ailleurs très fragile sur des spécimens un peu déformés. Pour la différenciation avec les espèces voisines, on se reportera aux tableaux très clairs donnés par M. J. Péneau [5, p. 138 à 142].

**EXTENSION VERTICALE :** Cette espèce est répandue depuis le Dévonien inférieur jusqu'à la base du Néodévonien de toute l'Europe centrale et orientale. Dans le massif armoricain, elle est citée dans le Couvinien de Pont-Maillé (Loire-Inférieure). Elle existe aussi dans les calcaires emsiens de Saint-Barthélemy (Saint-Malo) où elle est inédite.

*Otarion* sp.

Pl. XVII, fig. 3, 3 a.

**MATÉRIEL :** 1 spécimen enroulé dont le pygidium n'est pas visible. Coll. Roger. — Dimensions du céphalothorax : L = 13 mm, l = 20 mm.

**OBSERVATIONS :** Je n'ai pu réunir cette espèce à aucune forme connue. Elle diffère de *O. Barrandei* par le contour du céphalothorax qui est trapézoïdal, non semi-circulaire, avec la petite base en avant, et la largeur du lobe préglabellaire presque aussi large que la base de la glabella. Ce second caractère la rapproche d'*Otarion Burmesteri* (BARRANDE) qui en diffère par la forme générale du céphalothorax. D'autres échantillons seraient nécessaires pour tenter une étude comparative plus poussée.

*Phacops* aff. *fecundus* BARRANDE.

Pl. XVII, fig. 5.

1852. *Phacops fecundus* BARRANDE, Syst. sil. Boh., I, p. 514, pl. 21, fig. 1 à 27, pl. 22, fig. 32-33.

1934. *Phacops fecundus* D. LE MAITRE, Étude sur la faune des calcaires dévoniens du bassin d'Ancenis. *Mém. Soc. Géol. Nord*, XII, p. 93, pl. IV, fig. 26-29, synonymie.

**MATÉRIEL :** 2 céphalothorax déformés. Coll. Roger; 3 céphalothorax

fragmentés et un pygidium. Coll. Lardeux; 2 céphalothorax incomplets. Coll. J. Pillet.

OBSERVATIONS : Cette espèce, très polymorphe, est difficile à séparer, sur des échantillons décortiqués et déformés, de plusieurs espèces voisines (*Ph. Potieri* BAYLE, *Ph. Breviceps* BARR., etc.). Les caractères distinctifs, portant sur la forme générale, les rapports des différentes dimensions, l'ornementation, ne peuvent être reconnus. OEhlert [4], puis M. J. Péneau [5], ont signalé *Ph. Potieri* dans la grauwacke des fours à chaux d'Angers. J'ai étudié, outre ceux de Chauffour, un grand nombre de spécimens de ce gisement, et je ne crois pas qu'on puisse les rapprocher de l'une plus que de l'autre de ces espèces. Le seul caractère observable est le nombre des facettes des yeux. OEhlert<sup>1</sup> a compté 19 à 20 files de 9 à 10 lentilles chez *Ph. Potieri*. Des échantillons de cette espèce, provenant du Couvinien de Sablé (Port-Etrot), m'ont montré 19 files de 10 lentilles. *Ph. fecundus* compte, d'après Barrande, 15 à 22 files de 4 à 9 lentilles. Les spécimens des fours à chaux m'ont montré, de façon constante, 15 à 17 rangées de 6 facettes, ce qui les rapprochait de *Ph. fecundus*. Mais Barrande a insisté sur la variabilité de ce caractère dans une même espèce, et il serait imprudent de baser sur lui seul une détermination.

*Ph. Potieri* n'ayant jamais été cité dans des niveaux inférieurs à l'Emsien, je crois préférable de nommer *Phacops* aff. *fecundus* les échantillons des grauwackes d'Angers, cette dénomination ne marquant qu'un rapprochement qui sera peut-être infirmé par de nouvelles découvertes.

### *Phacops* sp.

Je possède deux spécimens différents des précédents, mais trop mal conservés pour être déterminés : 1. Un pygidium de petite taille, étiré obliquement, assez voisin de *Phacops emarginatus* BARRANDE, espèce citée par M. J. Péneau dans la grauwacke d'Angers [5, p. 156]. 2. Un céphalothorax de petite taille ( $L = 4$  mm,  $l = 7$  mm) très usé, indéterminable.

### *Asteropyge Barrandei* (OEHLERT).

Pl. XVII, fig. 6, 6 a, 6 b.

SYNONYMIE : voir A. RENAUD, *loc. cit.*, p. 296.

1931. *Cryphacus Barrandei* J. PÉNEAU, Contribution à l'étude du Dévonien d'Angers. (*Bull. Soc. Et. Sc. Angers*, LXI, p. 76).

1. D. OEHLERT. Étude sur qq. fossiles dévoniens de l'W de la France. *Ann. Sc. géol.*, XIX, 1887, p. 1-80 p. p. 4 pl. 1, fig. 1-7.

MATÉRIEL : 3 pygidiums, 2 céphalothorax, 2 individus entiers mais incomplets. Coll. Roger ; 2 pygidiums plus ou moins complets. Coll. Proy.

OBSERVATIONS : Cette espèce fut étudiée en détail par OEhlert [4] et par M. Péneau [5]. Le céphalothorax est très distinct de celui des autres *Asteropyge* de l'W de la France. Le pygidium diffère : — de *A. Caillaudi* (TROM. ET LEB.) par la partie postérieure de l'axe à bords parallèles, l'épine médiane aussi longue que les latérales ; — de *A. Michelini* (ROUAULT) par ses épines latérales aiguës et recourbées parallèlement à l'axe ; — de *A. Jonesi* (OEHLERT) par le même caractère et la partie postérieure de l'axe à bords parallèles ; — de *A. Munieri* (OEHLERT) par l'axe plus étroit et à bords parallèles dans la partie postérieure.

EXTENSION VERTICALE : Cette espèce est propre au Massif armoricain. Elle a été citée dans l'Emsien (grauwackes du Finistère, calcaire d'Angers). Un échantillon complet, inédit, provient des calcaires du Siegenien moyen de Vern, carrière des Haies (Maine-et-Loire. Coll. Couffon, Musée paléontologique d'Angers).

#### TRILOBITES INDÉTERMINÉS.

I. — Un pygidium (planche XVII, figure 7) montre une pointe caudale grêle, longue, subcylindrique, ornée de quelques granulations largement espacées. Le pygidium, subtriangulaire, est laminé et ne laisse rien observer. Coll. Roger.

II. — Un autre pygidium, réduit à sa bordure, montre sur un bord latéral 3 épines longues et étroites, séparées par de larges intervalles. Il s'agit peut-être d'un *Acidaspis*. Coll. J. Pillét.

#### 2. — Brachiopodes.

##### *Stropheodonta clausa* DE VERNEUIL.

SYNONYMIE : voir A. RENAUD, *loc. cit.*, p. 57.

MATÉRIEL : 2 valves ventrales. Coll. Dupuis. — Dimensions de la plus complète : L = 7,5 mm, l = 15 mm.

DESCRIPTION : Cette espèce est caractérisée par sa forme très transverse, avec ailes allongées, et par la forte géniculation de la valve ventrale, sensible même sur des échantillons écrasés.

EXTENSION VERTICALE : Cette espèce est propre au Massif armoricain. Elle est citée : dans les calcaires du Siegenien moyen de Mayenne et de Vern (Maine-et-Loire) ; — la grauwacke des fours à chaux d'Angers (Siegenien sup.) ; — l'Emsien du Finistère (Run ar Chranc, d'Erbray et d'Angers).

*Stropheodonta (Stropheodonta) piligera* SANDBERGER.

SYNONYMIE : voir A. RENAUD, *loc. cit.*, p. 50.

MATÉRIEL : 2 valves ventrales. Coll. Proy ; 1 valve ventrale. Coll. J. Pillet.

DESCRIPTION : Cette espèce est caractérisée par sa forme semi-circulaire, la plus grande largeur correspondant à la ligne cardinale, et par son ornementation composée de côtes fines, s'accroissant par dichotomisation. Les larges impressions des diducteurs ne sont pas visibles sur les échantillons étudiés.

EXTENSION VERTICALE : Dans l'Ardenne, cette espèce débute dans l'Emsien (assise de Hierges). Elle existe également dans l'Emsien des Asturies. Dans le Massif armoricain, elle existe également dans l'Emsien (Run ar Chranc). M<sup>lle</sup> Renaud cite une forme voisine dans le Siegenien du Finistère et de la Mayenne. Je l'ai reconnue dans la grauwacke des fours à chaux d'Angers.

*Stropheodonta cf. Sedwicki* DE VERNEUIL.

Pl. XVII, fig. 13.

SYNONYMIE : voir A. RENAUD, *loc. cit.*, p. 46.

MATÉRIEL : 1 valve ventrale, empreinte et contre-empreinte. Coll. Lardeux ; 1 valve ventrale incomplète. Coll. Roger.

OBSERVATIONS : L'échantillon figuré montre des différences avec *Stropheodonta Sedwicki* DE VERNEUIL, notamment dans les plis dont les faisceaux sont moins nets, et dans l'absence de géniculation (l'apparence de géniculation est due à une petite faille traversant le fossile).

EXTENSION VERTICALE : Dans l'Ardenne et le reste de l'Europe, cette espèce est cantonnée dans le Siegenien. Dans le Massif armoricain, elle apparaît plus tard, mais persiste plus longtemps (Siegenien moyen, Couvinien inf.).

*Leptaena Bouei* BARRANDE.

Pl. XVII, fig. 14.

SYNONYMIE : voir A. RENAUD, *loc. cit.*, p. 72.

MATÉRIEL : 1 valve ventrale. Coll. J. Pillet. — Dimensions (restaurée) : L = 40 mm, l = 62 mm.

OBSERVATIONS : L'échantillon étudié montre bien la dépression du centre de la valve et le relèvement des bords, caractères qui le distinguent de *L. rhomboidalis* (WILKENS).

Il montre les empreintes musculaires : diducteurs de taille moyenne, renflés, bien limités par un sillon profond, adducteurs

petits, étroits, allongés, se terminant en pointe en arrière où ils sont séparés par un espace de 3 mm. Septum médian ne dépassant pas la limite des diducteurs.

EXTENSION VERTICALE : Dans l'Ardenne, elle existe dans le Siegenien sup. (assise de Petigny) où elle n'est pas abondante. Dans le Massif armoricain, elle est peu commune dans le Siegenien et l'Emsien du Finistère, dans le Siegenien moyen de Néhou (Manche). Elle est abondante dans la grauwacke des fours à chaux et rare dans les calcaires emsiens d'Angers.

### *Schellwienella umbraculum* (SCHLOTHEIM).

MATÉRIEL : 1 valve incomplète. Coll. J. Pillet. — Dimensions : L = 24 mm, l = 28 mm.

OBSERVATIONS : Cette espèce a été discutée par de très nombreux auteurs. Ses relations avec des formes voisines (*Sch. septirecta*, *Hipparionyx hipponix*). Certains (et notamment M. Asselberghs) ont réuni *Sch. umbraculum* et *H. hipponix*, d'autres les ont séparés par quelques caractères : *Sch. umbraculum* aurait des incisions dentaires droites, non arquées. Les côtes seraient granuleuses et la forme plus transverse. On rencontre cependant des spécimens à incisions dentaires arquées et à côtes granuleuses, et la forme générale varie. Il ne semble donc pas nécessaire de distinguer deux formes que l'on ne peut différencier pour la plupart des échantillons.

EXTENSION VERTICALE : *Schellwienella umbraculum*, comprise dans ce sens, est répandue dans tout le Dévonien inférieur et moyen.

### *Chonetes* (*Chonetes*) cf. *sarcinulatus* (SCHLOTHEIM).

SYNONYMIE : voir A. RENAUD, *loc. cit.*, p. 72.

MATÉRIEL : 1 valve ventrale. Coll. Roger ; 1 valve ventrale. Coll. J. Pillet. — Dimensions du spécimen de plus grande taille : L = 12 mm, l = 18 mm.

OBSERVATIONS : Ces exemplaires répondent, par leur forme et leur orientation, à tous les caractères décrits par OEhlert<sup>1</sup>. Ils en diffèrent seulement par le nombre plus grand des plis (36 au lieu de 28 sur la demi-largeur).

EXTENSION VERTICALE : Cette espèce est commune depuis le Siegenien jusqu'au Couvinien inf. de toute l'Europe.

1. D. OEHLERT. Note sur les *Chonetes* dév. de l'W de la France, *B. S. G. F.*, (3), XI, 1883, p. 519, pl. XIV, fig. 1.

*Chonetes Davousti* OEHLERT.

Fig. 1 dans le texte.

SYNONYMIE : voir A. RENAUD, *loc. cit.*, p. 91.

MATÉRIEL : 1 valve ventrale. Coll. Dupuis ; 3 valves ventrales. Coll. Lardeux. Dimensions du plus grand spécimen : L : = 6,5 mm, l = 10 mm.

OBSERVATIONS : OEhlert<sup>1</sup> a décrit en détail cette espèce qui se différencie de *Ch. Boblayei* par ses oreillettes aiguës, sa taille un peu plus grande et ses 24 à 26 côtes arrondies et de même taille, au lieu de 16 à 18 côtes anguleuses et de taille inégale.

L'échantillon de la collection Dupuis montre en outre les impressions musculaires : empreintes des abducteurs larges, descendant jusqu'au milieu de la coquille, peu saillantes; enserrant les empreintes des adducteurs très petites, peu saillantes. Septum médian court, n'atteignant pas le milieu de la coquille.



FIG. 1.

EXTENSION VERTICALE : Cette espèce existe depuis le Siegenien moyen jusqu'au Couvinien inférieur armoricain, où elle est abondante.

*Uncinulus* sp.

MATÉRIEL : 1 moule interne de valve ventrale. Coll. Proy.

OBSERVATIONS : Il s'agit sans doute de *Uncinulus subwilsoni* (D'ORB.), commune dans le Siegenien et l'Emsien armoricain. L'échantillon est trop incomplet pour donner lieu à une assimilation précise.*Hysterolites (Hysterolites) hystericus* (SCHLOTHEIM).

Pl. XVII fig. 9.

SYNONYMIE : voir A. RENAUD, p. 125.

MATÉRIEL : 1 contre-empreinte de valve dorsale. Coll. Dupuis. — Dimensions : L = 8 mm, l = 17 mm.

EXTENSION VERTICALE : Cette espèce est très commune dans le Siegenien de l'Europe qu'elle caractérise.

1. D. OEHLERT, *Ann. Sc. géol.*, 1887, p. 66, pl. IV, fig. 17-21.

*Hysterolites (Hysterolites) Venus?* (D'ORBIGNY).

Pl. XVII, fig. 10.

SYNONYMIE : voir A. RENAUD, *loc. cit.*, p. 128.

MATÉRIEL : 1 moule interne de valve ventrale. Coll. Roger. — Dimensions : L = 15 mm, l = 22 mm.

OBSERVATIONS : J'hésite à rapporter avec certitude l'échantillon figuré à *H. Venus* (D'ORBIGNY), telle que cette espèce a été décrite par OEhlert<sup>1</sup>. En effet, le fond du sinus est régulièrement arrondi, non plat comme dans l'espèce de d'Orbigny. Mais ce caractère a été décrit sur des échantillons pourvus de leur test, et j'ignore s'il se reproduit sur les moules internes. M<sup>lle</sup> A. Renaud décrit et figure sous ce nom des échantillons qui ne présentent par non plus de méplat au fond du sinus (*loc. cit.*, p. 128, pl. II, fig. 3).

Les figures du type de d'Orbigny et des plésiotypes provenant de Néhou (Sieg. moyen), montrent cependant ce méplat<sup>2</sup>.

EXTENSION VERTICALE : Cette espèce est propre au Massif armoricain, où elle existe depuis le Siegenien inférieur jusqu'au Couvinien inférieur.

*Hysterolites (Acrospirifer) primaevus?* (STEININGER).

Pl. XVII, fig. 11.

SYNONYMIE : voir A. RENAUD, *loc. cit.*, p. 140.

MATÉRIEL : 1 valve dorsale très écrasée. Coll. J. Pillet. — Dimensions : L = 25 mm, l = 35 mm.

OBSERVATIONS : Cette espèce a été décrite et figurée un grand nombre de fois. M. Mailleux, en 1910, puis en 1931<sup>3</sup>, a discuté ses rapports avec *H. (A.) fallax* (GIEBEL). Notre échantillon n'est pas suffisant pour le distinguer avec certitude de cette espèce.

EXTENSION VERTICALE : Dans l'Ardenne, *H. (A.) primaevus* ne dépasse pas le Siegenien. Dans le Massif armoricain, elle n'apparaît pas avant le Siegenien sup. et se prolonge dans l'Emsien.

1. D. OEHLERT. Étude sur quelques Brachiopodes dévoniens, *B. S. G. F.* (3), XII, 1884, p. 432, pl. XVIII, fig. 3.

2. OEHLERT, *Paleont. Univ.*, sér. I, fasc. I, n° 13-13 a, septembre 1903.

3. MAILLEUX. Contr. à l'ét. de la faune du Dév. de Belgique. *Bull. Soc. Belge de Géol., Pal., Hydrol.*, XXIII, 1909 (1910), p. 345, fig. 15 à 17. — *Mém. Mus. Royal Hist. Nat. Belgique*, 51, 1931, p. 44, pl. II, fig. 1-2 a.

*Cyrtina heteroclita* ? (DEFRANCE).

SYNONYMIE : voir A. RENAUD, *loc. cit.*, p. 171.

MATÉRIEL : 1 valve ventrale, incomplète. Coll. J. Pillet. — Dimensions : L = 5 mm, l = 7 mm.

OBSERVATIONS : OEhlert, en 1884, a étudié d'une façon très détaillée les différentes variétés de cette espèce. Par son bourrelet simple, non creusé d'un sillon, et ses deux gros plis de chaque côté, le spécimen de Chauffour correspond à la forme typique, mais de meilleurs échantillons seraient nécessaires pour confirmer la détermination.

EXTENSION VERTICALE : Cette espèce est connue depuis le Siegenien moyen jusqu'au Frasnien de tous les pays de l'Europe.

*Atrypa reticularis* LINNÉ.

MATÉRIEL : 3 exemplaires bivalves, plus ou moins complets. Coll. Dupuis; 2 valves dorsales. Coll. Roger.

*Athyris concentrica* DE BUCH, var. *Buchi* ASSELBERGHS.

Pl. XVII, fig. 12.

SYNONYMIE : voir A. ASSELBERGHS, 1923, Faune de la grauwaacke de Rouillon (*Mém. Mus. Royal d'Hist. nat. de Belgique*, 33, p. 33).

MATÉRIEL : 2 exemplaires bivalves, l'un à l'état de moule interne, et un moule interne de valve ventrale isolée. Coll. Dupuis.

OBSERVATIONS : M. Asselberghs, en 1923, a séparé, sous le nom *A. Buchi*, des spécimens se différenciant de *A. concentrica* par la présence du sinus remontant nettement jusqu'au crochet, caractère visible sur l'échantillon figuré. Un certain nombre d'auteurs (D. Le Maître, A. Renaud, ...) réunissent les deux formes. Lorsqu'on peut observer un grand nombre d'exemplaires, on remarque que le caractère du sinus est sujet à des variations individuelles, et il est possible de constituer des séries montrant tous les intermédiaires entre les deux formes. Celles-ci semblent, du reste, avoir la même extension dans le temps.

EXTENSION VERTICALE : Cette espèce est répandue depuis le Siegenien moyen jusqu'au Frasnien de l'Europe.

*Cryptonella* sp.

Pl. XVII, fig. 13.

MATÉRIEL : 1 moule interne de valve isolée. Coll. Dupuis.

DESCRIPTION : Cet échantillon est caractérisé par sa forme pentagonale, plus large que haute, régulièrement renflée. L'absence de l'empreinte externe ne permet pas la détermination.

*Anoplothea lepida* (GOLDFUSS).

Pl. XVII, fig. 8.

SYNONYMIE : voir A. RENAUD, p. 163.

MATÉRIEL : 1 contre-empreinte de valve dorsale. Coll. J. Pillet ; 1 contre-empreinte de valve dorsale. Coll. Lardeux ; 1 valve ventrale. Coll. Proy. — Dimensions : L = 6 mm, l = 6 mm.

DESCRIPTION : La valve dorsale de cette espèce est plate, presque concave, avec un sinus large et peu profond dans lequel existe un faible pli. On observe 3 côtes arrondies, peu saillantes, séparées par des intervalles plus étroits que les plis. La valve ventrale est très concave, avec, à la partie médiane, deux plis saillants. Sur chaque partie latérale, 2 à 3 plis moins importants.

La petite taille de cette espèce est un fait constant dans le Massif armoricain.

EXTENSION VERTICALE : Massif armoricain : elle est un peu commune depuis le Siegenien moyen jusqu'au Frasnien. Elle est citée dans le Siegenien et le Couvinien de l'Ardenne, le Dévonien inférieur et moyen de l'Allemagne, l'Angleterre, l'Espagne, etc.

## 3. — Crinoïdes.

J'ai pu observer de nombreux anneaux isolés, mais aucun fragment de calice.

## 4. — Bryozoaires.

Ils abondent dans les grauwackes de Chauffour où ils sont sans doute les fossiles les plus communs. Ils n'ont pas été étudiés.

## 5. — Polypiers.

Ils sont peu fréquents, et sont tous réduits à l'état de moules internes, ce qui rend les déterminations impossibles. Les Polypiers simples sont les plus abondants.

## IV. — CONCLUSIONS.

Sur les 28 espèces reconnues, 16 seulement ont reçu un nom spécifique. Ceci est dû, d'une part au petit nombre de spécimens de chaque forme, et d'autre part à l'état de conservation défectueuse en raison de la déformation et de la disparition du test.

Sur ces 16 espèces, 6 formes (*Otarion Barrandei* (CORDA), *Schellwienella umbraculum* (SCHLOTHEIM), *Cyrtina heteroclita*? (DEFRANCE), *Atrypa reticularis* (LINNÉ), *Athyris concentrica* var. *Buchi* ASSELBERGHS, *Anoplothea lepida* (GOLDFUSS)) sont connues

dans presque tout le Dévonien et ne peuvent être utilisées pour déterminer l'âge. L'étude des 10 espèces restantes permet d'utiles précisions. Nous les comparerons, d'une part aux faunes du Dévonien armoricain, d'autre part à celles de l'Ardenne si bien étudiées par M. Mailleux<sup>1</sup>.

1. — 4 formes seulement sont connues dans l'Ardenne : *Str. piligera* débute dans l'Emsien. *L. Bouei* existe dans le Siegenien supérieur (assise de Petigny). *H. (H.) hystericus* est commune dans tout le Siegenien qu'elle ne dépasse pas. *H. (H.) primaevus* est également connue dans tout le Siegenien. On peut donc conclure à un rapprochement avec les couches du Siegenien final de l'Ardenne.

2. — Si l'on compare avec les faunes du Dévonien armoricain, on voit que 7 espèces sont connues depuis le Siegenien moyen jusqu'à l'Emsien (*Sc. Gervillei*, *A. Barrandei*, *Str. clausa*, *L. Bouei*, *Ch. Davousti*, *H. (H.) Venus*) et ne fournissent pas de précisions.

Parmi les autres, *Str. piligera* est douteuse dans le Siegenien supérieur (grauwacke du Faou), et existe dans l'Emsien et le Couvinien. *H. (H.) hystericus* est connue dans tout le Siegenien, *H. (A.) primaevus* dans le Siegenien supérieur et l'Emsien.

On doit donc encore conclure au rapprochement avec le Siegenien supérieur armoricain.

Est-il possible de préciser plus? Le Siegenien supérieur est divisé, dans le Finistère, en 2 formations : Grauwacke du Faou, à *H. (H.) hystericus*; et grauwacke de Landévennec, à *H. (H.) primaevus*. Dans l'E du Massif armoricain (Mayenne, Ille-et-Vilaine), il n'est pas possible de distinguer les deux niveaux, les faunes semblent mélangées.

La présence simultanée, à Chauffour, des deux espèces ci-dessus semble confirmer le fait de la confusion en un seul niveau des grauwackes du Faou et de Landévennec dans l'E du Massif armoricain.

#### BIBLIOGRAPHIE DU DÉVONIEN DES ENVIRONS D'ANGERS

1. 1925. O. COUFFON. — Le Dévonien en Maine-et-Loire. *Bull. Soc. Et. Sc. Angers*, X.
2. 1934. O. COUFFON. — Précis de Géologie angevine.

1. E. MAILLEUX. Répartition des Brachiopodes dans le Dévonien de l'Ardenne. *Bull. Mus. Roy. Hist. nat. Belgique*, XVII, n° 30, 1941. — Répartition des *Spiriferidae* et *Spiriferinae* dans le Dévonien de l'Ardenne. *Ibid.*, n° 13. — Le Siegenien de l'Ardenne et ses faunes. *Ibid.*, n° 5, 1940.

2 juin 1949.

*Bull. Soc. Géol. Fr.* (5), XVIII. — 30

3. 1889. D. P. OEHLERT. — Faune dévonienne d'Angers, *C. R. somm. S. G. F.* [3]. XVII, p. 71-72.
4. — Sur le Dévonien des environs d'Angers. *B. S. G. F.* [3], XVII, p. 742-791.
5. 1928. J. PÉNEAU. — Études stratigraphiques et paléontologiques dans le S-E du Massif armoricain, *Bull. Soc. des Sc. nat. de l'Ouest*, 4<sup>e</sup> série, VIII.
6. 1930-31. — Compte rendu de la réunion extraordinaire de la Soc. géol. et min. de Bretagne à Angers, Châteaubriant, Ancenis (22-26 avril 1930), *Bull. Soc. Géol., Min. Bretagne*, n<sup>lle</sup> série, t. I, p. 57.
7. 1931. — Contribution à l'Étude du Dévonien d'Angers, *Bull. Soc. Et. Sc. Angers*, n<sup>lle</sup> Série, LXI, p. 69.
8. 1890. RONDEAU. — Étude sur le terrain dévonien des environs d'Angers, *Bull. Soc. Agric. Sc. et Arts d'Angers*.
9. 1893. — Description géologique des environs d'Angers, *Ibid.*, IV, série 4.

#### EXPLICATION DE LA PLANCHE XVII

- 1-2. — *Otarion Barrandei* (CORDA) 1. — céphalothorax; 1 a : profil du même; 2, 2 a : céphalothorax vu sous des éclairéments différents; 2 b : profil du même. Coll. Roger.
- 3, 3 a. — *Otarion* sp. : moulage artificiel d'une empreinte en creux et profil du même. Coll. Roger.
- 4, 4 a. — *Scutellum Gervillei* (BARRANDE). Coll. Roger.
5. — *Phacops* aff. *fecundus* BARRANDE. Céphalothorax. Coll. Roger.
- 6, 6 a, 6 b. — *Asteropyge Barrandei* (OEHLERT). 6, 6 a : céphalothorax et pygidium. Coll. Roger; 6 b : pygidium d'un individu entier, enroulé, provenant des calcaires de Vern d'Anjou, Siegenien moyen. Coll. O. Couffon.
7. — Pygidium d'un Tribolite indéterminé. Coll. Roger.
8. — *Anoplothea lepida* (GOLDFUSS) : Moulage artificiel d'une empreinte en creux de valve dorsale. Coll. J. Pillet.
9. — *Hysterolites* (H.) *hystericus* (SCHLOT.) : Moulage artificiel d'une empreinte en creux de valve dorsale. Coll. Dupuis.
10. — *Hysterolites* (H.) *Venus* (D'ORBIGNY) : Moule interne de valve ventrale. Coll. Roger.
11. — *Hysterolites* (*Acrospirifer*) *primaevus* (STEIN.). Valve dorsale. Coll. J. Pillet.
12. — *Athyris concentrica* var. *Buchi* ASSELBERGHS. Valve dorsale d'un échantillon bivalve, montrant le sinus remontant jusqu'au crochet. Coll. Dupuis.
13. — *Stropheodonta* cf. *Sedwicki* DE VERNEUIL. Moulage artificiel d'une empreinte en creux. Coll. Roger.
14. — *Leptaena Bouei* BARRANDE. Moule interne. Coll. J. Pillet.
15. — *Cryptonella* sp. Moule interne. Coll. Dupuis.

N. B. — Tous les échantillons figurés sont grandeur naturelle. Ils proviennent tous de la grauwacke de Chauffour, sauf indication contraire.

# RELATION ENTRE LA PALÉOGÉOGRAPHIE DU JURASSIQUE ET LES FAILLES TERTIAIRES DANS LA RÉGION VENDÉENNE (VENDÉE, DEUX-SÈVRES, MAINE-ET-LOIRE)

PAR **G. Mathieu**<sup>1</sup>.

## INTRODUCTION.

La rédaction d'un guide géologique de la Vendée, qui m'a été confiée par M. l'abbé A.-F. de Lapparent, m'a conduit à d'intéressantes comparaisons sur le Jurassique entre les diverses cartes géologiques de cette région (Les Sables-d'Olonne, Fontenay-le-Comte, Niort, La Roche-sur-Yon, Bressuire, Saumur) ainsi qu'à la confrontation de mes notes d'excursions dans différents secteurs liasiques. Je donnerai plus de détails sur un dispositif géologique dont l'ensemble nous était déjà connu grâce aux beaux travaux synthétiques de Ph. Glangeaud [1].

La mer hettangienne qui s'étendait sur le bord N du Bassin d'Aquitaine de Brétignolles-sur-Mer, à Talmont et à Saint-Maixent, avec un golfe prononcé dans la fosse jurassique de Chantonay, a laissé des dépôts très facilement reconnaissables de calcaires ferrugineux, scoriacés et dolomitiques. La faune de ces calcaires, constituée principalement de petits Lamellibranches, de Gastéropodes, complètement dépourvue d'Ammonites, indique une formation littorale. Chartron et Cossman qui ont étudié une riche faune de petits Gastéropodes ont conclu à l'Hettangien [2]. Ces calcaires (calcaire jaune nankin de J. Welsch) sont transgressifs et discordants sur les terrains paléozoïques du Bocage vendéen et de la Gâtine, mais recouvrent aussi parfois des arkoses, sables, graviers avec lentilles d'argile, formations continentales ou lagunaires qui ont livré à Cherveux (Pont de Brangeard) une flore reconnue infra-liasique par Zeiller [3] en 1911 et étudiée plus en détail ces dernières années par le chanoine Carpentier qui a retrouvé la même flore sensiblement dans les arkoses de l'Hermenault [4] et qui a pu préciser les conditions de dépôt de certaines formations d'estuaire à Cherveux [5]. Les déterminations de Zeiller et du chanoine A. Carpentier confirment pleinement l'âge hettangien du calcaire. Enfin, un peu à l'E de la région

1. Note présentée à la séance du 22 novembre 1948.

qui nous intéresse, M. R. Abrard [23] signale *Schlotheimia angulata* à Lusignan et à Ménigoute dans le calcaire dit jaune nankin de Jules Welsch.

Les caractères littoraux des dépôts du calcaire dolomitique sont attestés aussi par la présence de nombreux récifs et îlots de la pénéplaine hercynienne, qui n'ont été submergés que pendant la grande transgression domérienne ou même seulement au Toarcien. Certains de ces récifs ont fait l'objet de courtes descriptions de notre part dans le Bulletin du Service de la Carte Géologique [6, 7], nous les étudions ici d'une façon plus systématique dans tout le golfe hettangien de Luçon.

### I. — PALÉOGÉOGRAPHIE DE L'HETTANGIEN.

Dans l'aire d'extension de la mer, pendant le Lias inférieur, les lacunes stratigraphiques de l'Hettangien, puis les cordons littoraux et les levées de galets du Charmouthien nous indiquent clairement des îlots dont nous constaterons la position tectonique particulière. La connaissance des îlots nous éclairera sur la disposition du littoral très découpé de l'Hettangien avec étroits bras de mer et presqu'îles.

#### *Quelques Monadnocks importants.*

1. *Îlot de Rouvres.* — Sur la feuille de Niort, à 14 km au N de cette ville, le long de la route de Rouvres à Germond, dans le fond de la vallée située sous les fermes de la Moussandière, on peut observer localement un poudingue à gros galets de quartz, renfermant des rostres usés et roulés de Bélemnites de grande taille, qui repose en discordance sur une série de quartzite rouge et de schiste rouge inclinée 35° NW. Ce poudingue est surmonté immédiatement du calcaire gréseux saccharoïde qui, sur la feuille de Niort, renferme *Amaltheus spinatus*. Le Domérien repose donc directement sur les quartzites rouges du Silurien inférieur tandis qu'à 200 m au N, de l'autre côté de la vallée, commence la série normale du Lias avec calcaire jaune nankin (Hettangien), caillebotine (Sinémurien) et Domérien. A la Moussandière, il a donc existé jusqu'au Domérien un îlot de quartzite ordovicien. Mais ce fait ne parvient pas à expliquer complètement la coupe, car en allant du S au N vers Germond, le calcaire gréseux saccharoïde est relevé de quelques mètres. Il y a donc en plus du récif une faille post-jurassique.

2. *Îlot de Fressines.* — Sur la feuille de Niort, entre Niort et Melle, à Fressines, les rochers de la rive droite du Lambon, le long de la route de Chavagné montrent un ancien îlot constitué par le grès armoricain. L'Hettangien bien développé aux environs ne s'est pas

déposé ici, tandis que le calcaire « caillebotte » se termine en biseau dans des argiles vertes avec petits galets de quartz représentant l'envasement du récif pendant le Sinémurien. Ces argiles, d'ailleurs au contact avec les rochers de quartzite blanc ordovicien, laissent la place à un poudingue à très gros éléments. Quant au calcaire gréseux saccharoïde du Charmouthien, tout en enregistrant un phénomène de transgression locale sous forme de petits bancs de poudingue inclus dans sa masse, il s'est déposé sur la crête armoricaine de Fressines. Le Charmouthien qui repose directement sur l'Ordovicien est d'ailleurs très ferrugineux et dolomitique, prenant un faciès d'Hettangien. Les déformations tertiaires de la plaine jurassique de Niort ont affecté ce secteur, effondrant le Jurassique au S du rivage de l'ancien îlot. Ainsi le calcaire brunâtre du Charmouthien est à la cote 100 sur la rive droite du Lambon (au-dessus du grès armoricain) tandis que sur la rive gauche c'est le Bajocien qui se trouve à cette même cote. Il y a donc une faille post-jurassique importante, à regard S, suivant l'axe de la vallée du Lambon, dont le tracé correspond sensiblement à l'ancienne falaise de l'îlot hettangien.

3. *Îlot du Payré.* — Sur la feuille des Sables-d'Olonne, le long de la côte du Talmonais, entre l'anse de Saint-Nicolas et la pointe du Payré, les micaschistes et schistes grenatifères, inclinés 40° NE et veinés de gros filons de quartz, ont constitué pendant l'Hettangien un récif recouvert seulement au Domérien. On voit très bien le long des falaises le calcaire brun ferrugineux avec argile résiduelle qui se termine en pointe tandis qu'une table de Charmouthien silicifié forme une assise horizontale discordante sur les terrains métamorphiques. Or une faille de direction sud-armoricaine allongée suivant la ligne de rivage actuelle affecte maintenant le Lias [7].

4. *Îlot de la Couture.* — Sur la feuille de Fontenay-le-Comte, un ancien îlot de granite écrasé, dit de Mareuil-sur-le-Lay, a été mis en évidence au S de la Couture grâce aux forages du Pont-de Lavaud [8]. En effet, un de ces forages a rencontré le granite recouvert d'argile latéritique directement sous le Toarcien, tandis qu'à la Couture on connaît l'Hettangien en affleurement. Il y avait donc là un îlot de granite séparé de la falaise granitique du Champ-Saint-Père et de Mareuil par un détroit de la mer hettangienne. De plus, entre les deux forages, distants seulement de 45 m, la base du Toarcien reconnue à la profondeur de 16 m 30 sur le Charmouthien au sondage d'essai, se trouve reportée à 35 m 50 sur l'argile latéritique au sondage définitif. Il y a donc une dénivellation de 19 m 20 qui correspond à une flexure ou à une faille masquée par les alluvions du Lay (de direction NE-SW) et que l'on peut supposer parallèle à la faille du Champ-Saint-Père (Les Belles Filles), faille à regard SE qui effondre l'Hettangien au pied des côtes granitiques de la rive droite du Lay (voir la feuille de Fontenay-le-Comte, 2<sup>e</sup> éd.).

Voici donc dans le golfe jurassique de Luçon une série

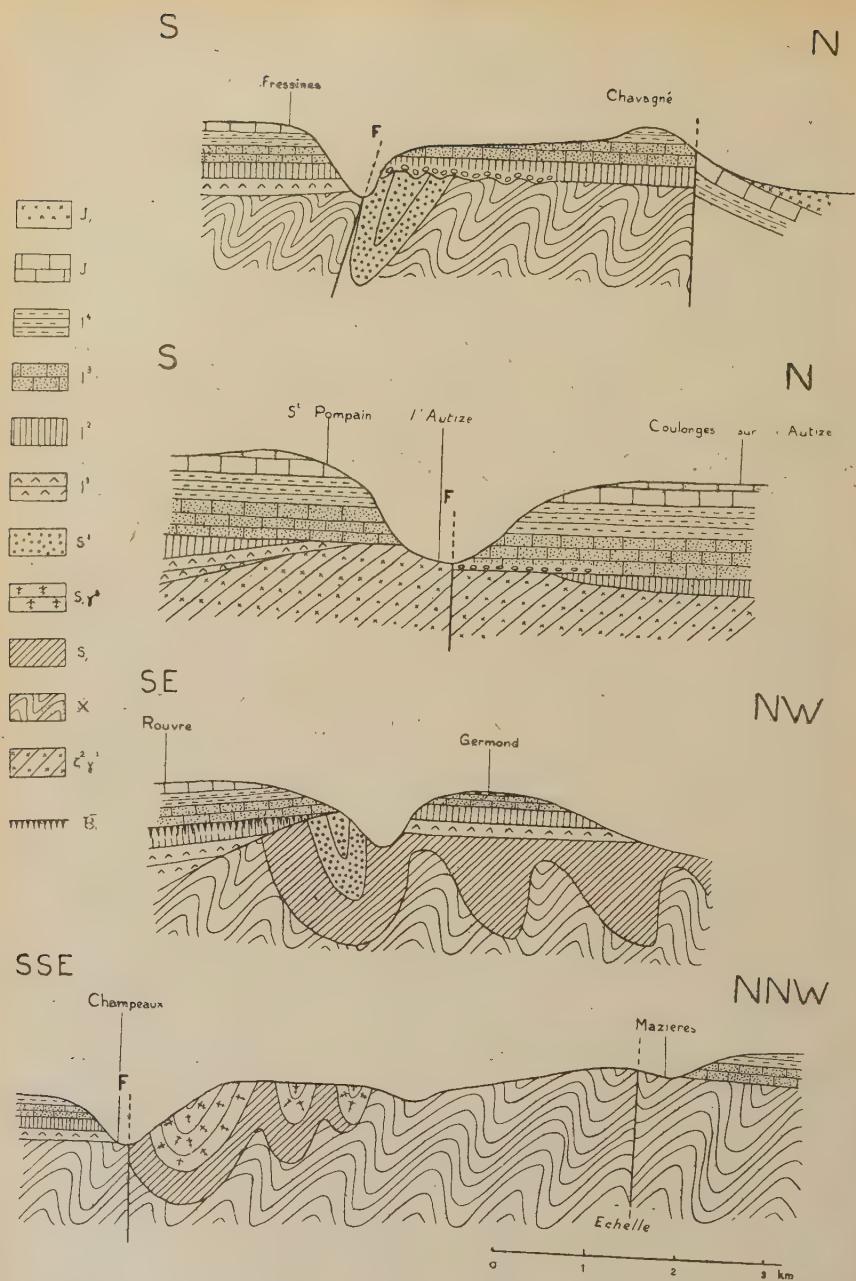


Fig. 1. — Coupes faisant ressortir d'anciens hauts-fonds, flots ou falaises pour la mer de l'Hettangien des Deux Sèvres.

J<sub>1</sub>: Bathonien; J: Bajocien; I<sup>4</sup>: Toarcien; I<sup>3</sup>: Lias moyen; I<sup>2</sup>: Sinémurien (calcaire caillebotine); I<sup>1</sup>: Hettangien; S': Ordovicien; S. γ<sup>3</sup>: Épanchement rhyolithique; S: Cambrien; X: Briovérien; ζ<sup>2</sup> γ': Gneiss granulitique; B: Banc limite.

d'exemples de quatre îlots pendant l'Hettangien. Il est probable qu'il en existe beaucoup d'autres qui nous échappent à cause de l'insuffisance des affleurements. En multipliant les forages, il est certain qu'il y aurait d'autres cas analogues à celui du Pont-de-Lavaud. Or, pendant la transgression flandrienne, le golfe poitevin a été aussi encombré d'îlots jurassiques (certains rattachés très récemment au continent : Saint-Michel-en-l'Herm, île de la Dive). Il est curieux de remarquer que le même paysage géologique se répète sur le même lieu à différentes époques de l'histoire de la Terre.

*Anciennes lignes de rivages.* — D'autres lacunes stratigraphiques peuvent nous servir à tenter une reconstitution paléogéographique toujours délicate des anciennes lignes de rivages.

*Crête de Saint-Pompain.* — Sur la feuille de Fontenay-le-Comte, du Moulin de Laissert à l'E de Saint-Hilaire-des-Loges jusqu'à Saint-Pompain, on peut observer dans le fond de la vallée de l'Autize et de ses affluents, le contact direct entre le Charmouthien (avec poudingues de base locaux) et les gneiss granulitiques. Or les étages du Lias inférieur se sont étendus transgressivement bien au N jusqu'à Saint-Laurs et Champdeniers. Nous sommes là encore sur une terre émergée pendant l'Hettangien. Il s'agit de savoir maintenant si c'était une île ou une presqu'île. Entre la fosse jurassique de Chantonay et le bord N du Bassin d'Aquitaine, l'anticlinal gneissique les Essarts-Mervent, pièce maîtresse de la tectonique carbonifère en Vendée, a rejoué après le Miocène en donnant un horst entre la faille de Chantonay et la faille de Pissotte [10]. On peut penser *a priori* que l'Hettangien a formé primitivement un dépôt continu depuis Niort et Luçon jusqu'aux Essarts avant d'être découpé par le mouvement posthume de l'anticlinal de Mervent. La faille de Saint-Pompain, qui effondre Bajocien et Toarcien au N du gneiss, est exactement le prolongement de celle de Chantonay avec le même regard. Cependant la lacune stratigraphique de Saint-Pompain nous apprend avec certitude que toute cette crête gneissique restait émergée jusqu'au Domérien. Ainsi de Chantonay à Mervent nous avions pendant l'Hettangien une longue presqu'île. Si nous admettons, entre le golfe de Luçon et le bras de mer de Chantonay, une communication par La Réorthe et la dépression à la cote 99 il n'y a plus qu'une très longue île Mervent-Saint-Pompain suivant l'ancien anticlinal gneissique. De Saint-Laurs un golfe marin très allongé remontait jusqu'aux Essarts, suivant l'ancienne bande de subsidence du synclinal dévono-carbonifère de Vendée. Au N de Foussais ce bras de mer présentait un étranglement à Cul de Bray, puisqu'on trouve en ce point le calcaire gréseux saccharoïde directement sur le Briovérien.

*Littoral de La Chapelle-Bâton-Exireuil.* — Sur la feuille de Niort,

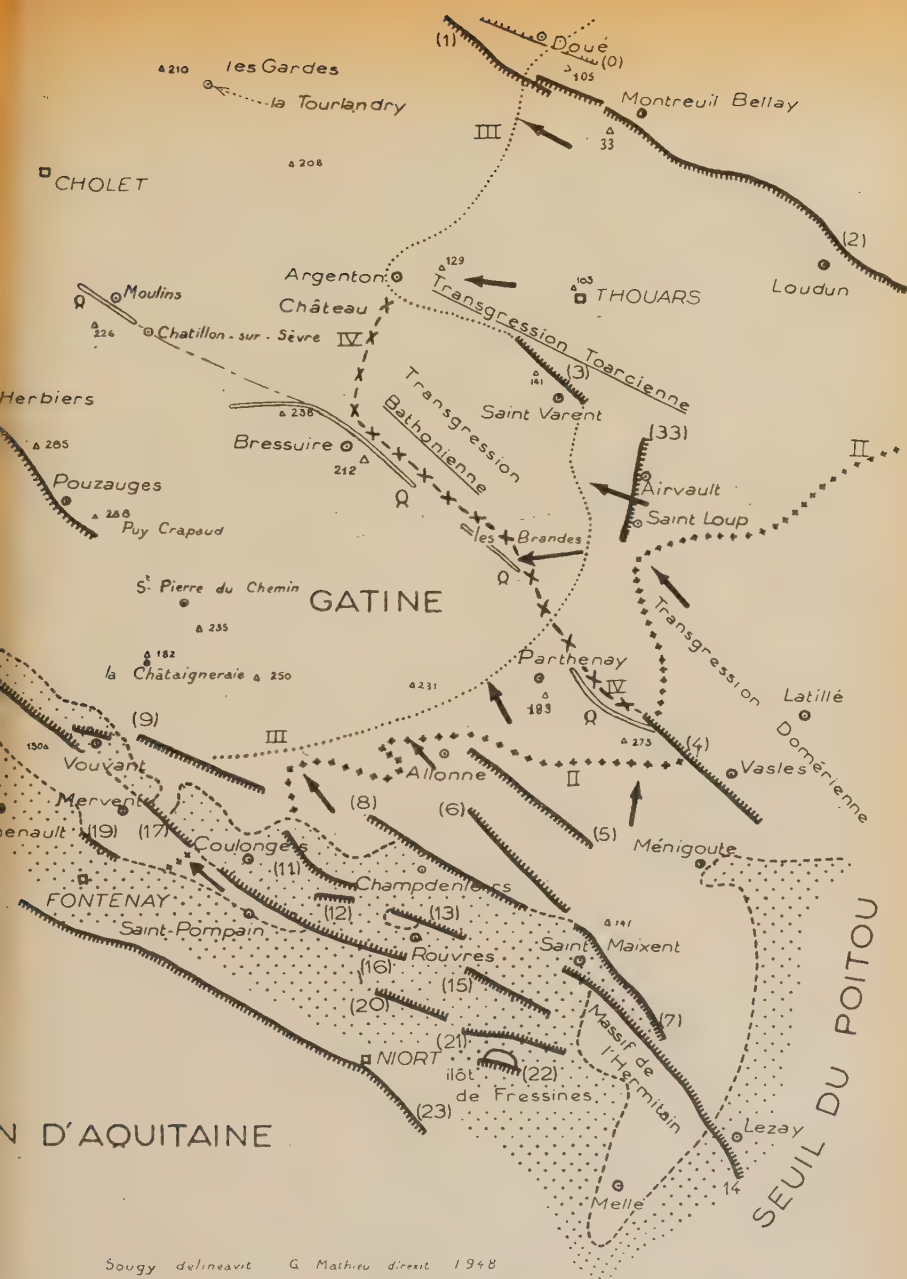


## LIGNES DE RIVAGE DU JURASSIEN

I. — Littoral de l'Hettangien; II. — Littoral du Domérien; III. — Littoral du Toarcien; IV. — crans indiquent les regards de faille.

### Répertoire

- (0) faille du bord NE du horst de Doué-la-Fontaine; (1) faille des côtes du Layon; (2) faille du Loudunais; (3) Relief de faille de Saint-Varent; (4) faille de Vasles et de Brunetière (alignement allant jusqu'au filon de quartz d'Oradour-sur-Glane dans le Limousin); (5) faille de Saint-Pardoux en Gâtine; (6) faille de Mazières-en-Gâtine; (7) faille d'Exireuil; (8) faille de la Chapelle-Bâton; (9) faille d'Epagne (bord N du Sillon de Bretagne prolongé); (10) faille de Chassay l'Eglise; (11) faille de la Ville-Dé; (12) faille de Bece leuf; (13) faille de Rouvres Sainte-Ouennne; (14) faille de Chambrille (bord S de la cuvette de Saint-Maixent); (15) faille de Sainte-Néomaye; (16) faille de Saint-Pompain à Chambertrand; (17) faille de Payré-sur-Vendée; (18) faille de Chantonay, Malabrit, Lac de Grand-Lieu; (19) faille de la Pissotte; (20) faille de Bel-Air; (21) faille de Chavagné (bord N du horst de Chavagné); (22) faille de Fressines.



## FAILLES TERTIAIRES DE VENDÉE

ral du Bathonien. Les flèches en gros traits indiquent les sens des transgressions. Les petits  
figurées.

(23) faille d'Aiffre Niort Coulon (bordure nord-est du Marais poitevin); (24) faille des Belles-Filles-Champ  
Saint-Père; (25) faille du Pont de Lavaud (près de la Couture); (26) faille de Pormic et du bord N du  
Marais de Machecoul; (27) faille du bord N du Marais de Challans; (28) faille d'Olonne, Havre de la  
Sachère; (29) faille de Sauveterre au N des Sables; (30) faille N de la baie de Cayola; (31) faille S de  
la baie de Cayola; (32) faille de la Mine; (33) faille longitudinale du Thouet de Saint-Loup à Airvault;  
(34) relief de faille du plateau des Alouettes (prolongement du sillon de Bretagne).

Les cotes d'altitude sont indiquées à côté des petits triangles. Q : principaux filons de  
artz.

on peut remarquer que l'Hettangien s'arrête au N suivant la faille de La Chapelle-Bâton-Exireuil décrit par J. Welsch [11]. Au N de cette faille, dans la région de Mazières-en-Gâtine, on est en pleine zone de transgression domérienne. Les nombreuses buttes liasiques sur le socle briovérien montrent le Lias supérieur et moyen avec lacune à la base due à l'absence de l'Hettangien et du Sinémurien. Pendant l'Hettangien il y avait donc une falaise suivant la ligne remarquable : Champeaux-La Chapelle-Bâton-Exireuil, qui devait devenir plus tard une importante flexure limitant au Tertiaire le bord N de la cuvette de Sainte-Eanne formée au centre de dépôts du calcaire lacustre sannoisien comme l'a démontré récemment M. P. Gillard [12]. Nous ne savons pas si l'Hettangien existe en profondeur sous le synclinal oxfordien de Saint-Maixent-Sainte-Eanne. Il est probable qu'il existe parce qu'il s'agit d'une ligne de subsidence. Dans ce cas, il y aurait eu un bras de mer suivant le synclinal de Saint-Maixent rejoignant au SE la région de Montalembert. Au S de Saint-Maixent la région émergée des gneiss de l'Hermitain et de la granulite de l'enclave de la Martinière formait alors un îlot. Au N de Saint-Maixent une vaste région émergée s'étendait jusqu'au petit golfe hettangien de Menigoute.

*Type de côte réalisé sur le bord N du Bassin d'Aquitaine pendant l'Hettangien.* — Qu'il y ait eu communication directe pendant l'Hettangien de la fosse de Chantonay avec le fond du golfe de la Réorthe ou bien seulement communication d'une mer interne de Chantonay-Vouvant avec la mer niortaise par un étroit chenal allongé de Coulonges-sur-l'Autize vers Vouvant, cela ne change pas beaucoup l'allure d'ensemble. Si l'on cherche à comparer la côte hettangienne avec les différents types de côtes bien caractérisés admis en Géographie physique, on peut dire que, pendant le Lias inférieur, s'est réalisé suivant l'extrémité SE du Massif armoricain une côte vendéenne à *structure longitudinale* avec des golfes, des presqu'îles et des îles allongés parallèlement à la direction sud-armoricaine. En avant de la ligne de rivage il y avait un grand nombre d'îlots. La côte à structure longitudinale (type côte dalmate) se réalise [13] dans les régions qui ont subi des plissements récents ou encore lorsqu'un affaissement récent de la plate-forme continentale a immergé à demi une chaîne de montagnes incomplètement arasée. Ces deux modes de formation possibles de la côte hettangienne du S de la Vendée s'accordent très bien avec l'état de l'érosion au début du Lias, après des plissements post-stéphanien, laissant encore subsister des crêtes allongées du NW au SE suivant la direction des grandes dislocations hercyniennes. Cela cadre bien également avec nos connaissances générales sur l'extension des mers du Lias inférieur, époque à laquelle il existe encore un lien continental entre Vendée et Limousin, entre l'Hettangien de Champagne-Saint-Hilaire (Bassin de Paris) et le Lias inférieur de Montalembert.

## II. — PALÉOGÉOGRAPHIE DU CHARMOUTHIEU.

Nous n'avons pas assez de documents pour tenter une pareille esquisse paléogéographique pour le Sinémurien très incomplet en Vendée et en Gâtine. Nous ne sommes certains de l'existence du Sinémurien qu'autour de Fontenay-le-Comte, car dans la fosse de Chantonay il y a une lacune et dans la région nior-taise nous ignorons quelle zone d'Ammonite représente le calcaire caillebotline de Welsch, séparé du Domérien par des surfaces d'arrêt dans la sédimentation, perforées par les tarets et les Annélides.

Donnons d'emblée les deux grandes caractéristiques de l'invasion marine générale du S du Massif armoricain pendant le Charmouthien.

1) Dès le Pliensbachien on rencontre des marno-calcaires noirâtres à Ammonites, *Polymorphites Jamesoni* à Saint-Vincent-Sterlange dans l'extrémité NW de la fosse de Chantonay, montrant une submersion importante du flanc S de la Vendée.

2) Pendant le Domérien, le seuil du Poitou est entièrement occupé par la mer qui réalise une large communication du Bassin de Paris et du Bassin d'Aquitaine.

Étudions dans le détail l'extension du Charmouthien en forte transgression dans différents secteurs de la Vendée ainsi que les gains réalisés par la mer.

a) *Région des Moutiers-les-Mauxfaits.* Vasseur [14] dans la légende de la feuille des Sables-d'Olonne (1<sup>re</sup> éd.), attire l'attention des géologues sur l'existence d'un poudingue silicifié à la Lande Saint-Jean, aux environs de la cote 60 au N des Moutiers-les-Mauxfaits. Des débris de fossiles trouvés dans ces blocs silicifiés et dans des argiles résiduelles de décalcification montrent l'existence d'anciens dépôts du Charmouthien. Un cordon littoral de cet âge passait donc sur le Bocage au N des Moutiers. Pendant l'Hettangien la mer s'arrêtait à Simon-la-Vineuse, elle réalise donc à l'E des Sables-d'Olonne une avancée notable pendant le Charmouthien sur le massif granitique de Saint-Avangour.

b) *Submersion du cap de Saint-Pompain.* Les coupes de détail de la vallée de l'Autize et de ses affluents entre Saint-Pompain et Saint-Hilaire-des-Loges nous montrent le dépôt direct calcaire sableux du Charmouthien sur les gneiss granulitiques. Le cap, très prononcé pendant l'Hettangien depuis Mervent jusqu'à Saint-Pompain, disparaît donc et le golfe de Coulonges-sur-l'Autize est incorporé à la haute mer. Ce fait peut expliquer l'arrivée des Ammonites jusqu'à Saint-Vincent-Sterlange.

c) *Recouvrement du massif des gneiss de l'Hermitain.* Entre Saint-Maixent, Melle et Lezay, la mer hettangienne laissait subsister une région émergée comprenant les gneiss de l'Hermitain et la granulite de l'enclave de la Martinière, région qui deviendra un horst au S du graben de Saint-Maixent. Dans ce massif de l'Hermitain le régime géologique est la discordance directe du calcaire gréseux saccharoïde du Charmouthien sur le Primaire, c'est donc encore un domaine de la transgression du Lias moyen.

C'est ce calcaire très gréseux qui montre des mouchetures et amas de galène dans les anciennes galeries des mines mérovingiennes de Melle et dans les carrières de Lobeau (au Sud de la ville de Melle) que j'ai visitées en septembre 1948. Notons que le forage de la laiterie de Melle a atteint très rapidement le granite.

d) *Transgression dans la Gâtine.* Pendant le Lias inférieur, la mer stationne entre Ménigoute et Sanxay, puis Saivres, au S du massif granitique du Terrier de Saint-Martin-du-Fouilloux. Pendant le Charmouthien, l'invasion marine dans la Gâtine va être considérable s'étendant jusqu'à Beaulieu, Saint-Pardoux, Allonne. Cette transgression si prononcée sur le massif ancien de la Gâtine provoque des apports terrigènes importants dans la mer, aussi voit-on le calcaire saccharoïde gréseux passer à un grès blanc très pur, devenu aujourd'hui dur, en partie quartzifié<sup>1</sup>. Il a été exploité activement à la Lande au N de Clavé (renseignement de M. A. Brillet, ingénieur honoraire des Ponts et Chaussées, à Parthenay). Une excellente coupe de détail dans le fond de la vallée de la Vonne au NW de Reffannes montre de gros conglomérats à galets de quartz, marquant la base du Charmouthien (Domérien), qui reposent en discordance sur des micaschistes (feuille de Niort au 1/80.000<sup>e</sup>).

On connaît des lambeaux de calcaires gréseux au milieu d'argile bleutée, épars sur le Primaire de la Gâtine à l'Abbaye des Bois dans la Forêt de Secondigny où l'on trouve des fossiles tels que *Pecten aequivalvis*. Sur la 1<sup>re</sup> éd. de la feuille de Niort, J. Welsch indique une calotte de Charmouthien à la cote 167 à La Chapelle-Thireuil. Tous ces îlots de Lias moyen, disséminés dans le S de la Gâtine entre Parthenay-Secondigny et le littoral hettangien Champdeniers Saint-Maixent, sont constitués par des argiles bleues et verdâtres avec des bancs de grès fins siliceux et d'arkoses. Ce sont donc bien les dépôts détritiques d'un étage transgressif.

e) *Transgression dans la vallée du Thouet.* Près de Latillé dans la vallée de l'Ouzance, le petit affleurement de granulite est surmonté par un calcaire saccharoïde brun foncé, attribué au Charmouthien par Frédéric Wallerant (légende feuille Bressuire n° 131, 1<sup>re</sup> éd.). A partir de ce point situé à l'E de la granulite du Terrier du Fouilloux et en

1. Inutile d'insister beaucoup sur les erreurs possibles que peut provoquer le Charmouthien gréseux quartzifié et sa confusion possible avec des grès à *Sabalites* (voir thèse de M. A. GUILCHER [26] sur le grès d'Azay-sur-Touet décrit par BOURDEAU).

remontant vers le N, les grès grossiers calcarifères qui représentent la transgression domérienne diminuent régulièrement d'épaisseur entre les terrains primaires et les assises du Toarcien. On voit le Charmouthien de Lhoumois à Gourgé dans la vallée du Thouet et à Aubigny dans une vallée affluente.

L'amincissement progressif du Charmouthien et le caractère très détritique de ce dépôt montre que nous arrivons à la ligne de rivage d'âge exact domérien qui passe entre Aubigny et Saint-Loup-sur-Thouet. Au N en effet, en remontant vers Thouars, le Toarcien est discordant directement sur le Briovérien et les granites.

Il y a donc eu deux golfes d'âge domérien dans la Gâtine, l'un s'approfondissait vers Secondigny et Allonne, l'autre se creusait de Vasles et Latillé vers Saint-Loup-sur-Thouet. Ils étaient séparés par une presque île granitique de Parthenay à Saint-Martin-du-Fouilloux, qui s'élève aujourd'hui à la cote 272 sans aucune couverture liasique et qui forme horst à l'W de la faille de Vasles. Voici donc encore un exemple d'un promontoire continental pendant le Lias devenu ensuite un horst tertiaire.

### III. — PALÉOGÉOGRAPHIE DU TOARCIEEN.

1. *Transgression dans le Thouarsais et le Saumurois.* — A partir de Gourgé au S de Saint-Loup-sur-Thouet et en descendant le cours du Thouet vers le N jusqu'à Thouars et Argenton-l'Église, le Toarcien repose directement sur les terrains primaires. Enfin, dans le horst de Doué-la-Fontaine, le Toarcien recouvre le Carbonifère et le Silurien. C'est le dernier point d'observation sur le Jurassique au contact du Massif vendéen parce que la transgression du Cénomanién débordé beaucoup les auréoles secondaires du Bassin de Paris au N de Doué-la-Fontaine en se dirigeant vers Angers.

La discordance angulaire du Toarcien supérieur, zone à *Hildoceras bifrons*, sur les schistes du Briovérien et le granite, est bien visible dans les tranchées de la voie ferrée entre Airvault-sur-Thouet et Saint-Loup-sur-Thouet. Les coupes de ces tranchées avec leurs zones d'Ammonites ont été publiées en 1891 par A. Fournier [15]. On voit également très bien cette discordance au N de Thouars à Vrines où d'Orbigny a pris le type de son étage toarcien. A Vrines, le Toarcien débute par un conglomérat qui renferme des galets de grès siliceux et de quartz, c'est le *grison* des carriers. Au-dessus on a des bancs de calcaires gréseux et marneux alternant avec des marnes (zone à *Harpoceras falciiferum*). L'étage toarcien est complet avec toutes ses zones d'Ammonites *Hildoceras bifrons*, *Grammoceras toarcense*, *Dumortieria radians*. Il convient de souligner qu'à la base, tout comme

pour le Charmouthien de la Fosse de Chantonay, le phénomène de transgression donne un dépôt de galets de quartz de petite taille avec ciment calcaire.

La transgression du S vers le N du Lias supérieur, depuis Saint-Loup-sur-Thouet jusqu'à Doué, est donc très accusée. Elle est accompagnée d'une forte invasion marine vers l'Ouest de Thouars en direction de Cholet.

2. *Récif fossile et faille près d'Airvault.* — L'étude de détail de la structure du Primaire autour d'Airvault m'a permis des observations intéressantes sur la transgression du Toarcien.

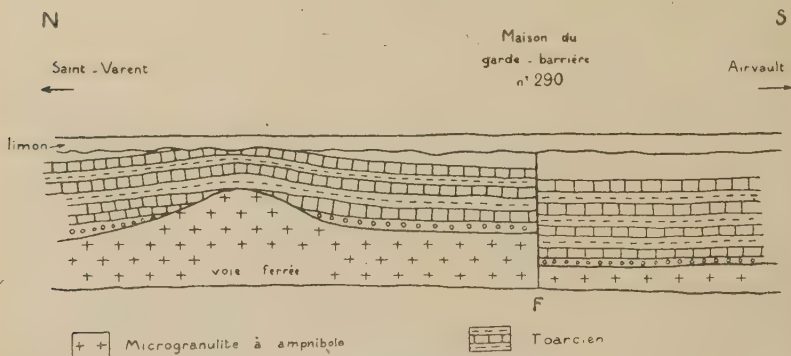


FIG. 2. — Le contact du Toarcien et de la microgranulite rose de Thouars dans la tranchée de la voie ferrée au Nord de la ville d'Airvault-sur-Thouet.

Dans la tranchée du chemin de fer au N de la ville d'Airvault on peut voir, derrière la maisonnette du garde-barrière n° 290, une petite faille très caractéristique qui dénivelé de quelques mètres le contact Toarcien-granulite rose.

Le Toarcien montre une alternance de bancs de calcaire et d'argile bleue. Au N de ce passage à niveau, on voit les bancs inférieurs du Toarcien qui viennent s'arrêter contre une bosse de granulite coupée par la tranchée. Là, il n'y a pas faille, mais léger relèvement avec transgression des bancs les uns par rapport aux autres sur un petit îlot dans la mer toarcienne. C'est un cas fréquent de rencontrer le Primaire brusquement au milieu du Jurassique autour d'Airvault, mais ce n'est pas toujours l'effet d'une bosse dans la pénéplaine.

Sur la rive droite de la Cendronne entre Soulièvres et Repérroux, on peut voir affleurer dans le fossé de la route la micro-granulite blanc rosé, entre le Toarcien qui la recouvre à l'E et une oolithe ferrugineuse qui est en contre-bas à l'W. Dans cette coupe il s'agit d'une faille, car le fond de la vallée nous montre des argiles et calcaire à *Harporceras radians* en discordance sur des schistes amphiboliques. C'est

également le calcaire à *Harpoceras radians* qui surmonte la microgranulite, de sorte que l'oolithe ferrugineuse sans doute aalénienne serait effondrée par faille à l'W de l'affleurement de microgranulite. D'autre part l'exécution d'une coupe transversale de la vallée du Thouet à la hauteur de Louin montre que suivant l'axe de cette vallée, il existe une flexure ou une faille qui abaisse le Jurassique à l'E pour la raison que les bancs du Lias sont sensiblement horizontaux.

Il est intéressant de constater que cette importante gouttière d'érosion, qui sépare assez brusquement pays de bocage à l'W et pays de plaines à l'E, correspond entre Saint-Loup-sur-Thouet et Airvault à un accident tectonique post-jurassique.

Pour la question qui nous intéresse : la représentation de la

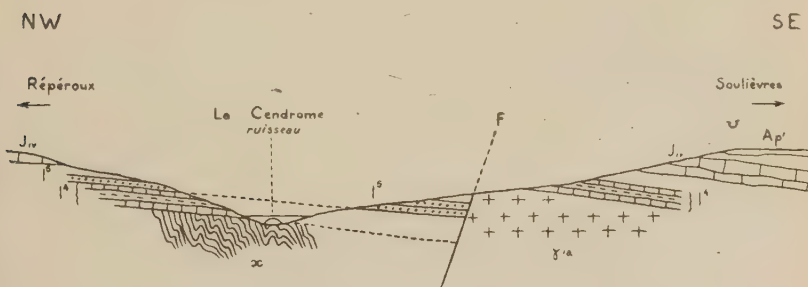


FIG. 3. — Faille longitudinale dans la vallée de la Cendrome à Soulièvres. Ap' : Limon des plateaux; Jiv : Bajocien; 15 : Aalénien; 14 : Toarcien; x : Schistes du Briovérien; γa : Microgranulite à amphibole de Thouars.

surface de la discordance du Toarcien sur le Primaire, la solution est complexe car il y a des paléocollines antérieures au Jurassique et des failles post-jurassiques.

M. G. Waterlot [21] a montré récemment dans une note intéressante sur le Sidérolithique du Poitou que les dépôts non fossilifères rapportés à cette formation constituaient une bande NS, à travers la feuille de Bressuire dans la région traversée par le cours du Thouet. Le Thouet peut avoir déblayé primitivement les formations meubles du Sidérolithique avant d'avoir une vallée surimposée dans le Primaire avec amphibolites très dures. La gouttière sidérolithique correspond à l'aspect actuel de la feuille de Bressuire, 1<sup>re</sup> éd. C'est un aspect dû à l'action des érosions quaternaires, en réalité il y a de très nombreux témoins de Sidérolithique sur la Gâtine cristalline de Parthenay [22], mais F. Wallerant ne les avait pas reconnus, ce qui donne un aspect trompeur à la 1<sup>re</sup> éd., de même que l'actuelle feuille de Commercy, dépourvue, de la figuration des calottes de « grouine », n'explique pas le cours surimposé de la Meuse.

3. *Transgression vers l'W des Mauges.* — Il semble que l'invasion marine en Vendée pendant le Toarcien exécute un mouvement tournant de débordement par le flanc E du massif primaire sur le glacis granitique d'Argenton-Château. En effet, F. Wallerant [16] a signalé des témoins de Lias décalcifié avec des sables renfermant des blocs calcaires sur le plateau granitique entre Thouars et Argenton-Château. Entre Thouars et Massais on rencontre, disséminées dans les champs, de grandes plaques de calcaires durs, fossilifères, avec nombreux *Hildoceras bifrons*. Ce serait donc le Toarcien moyen qui réaliserait la plus grande extension marine.

Certains auteurs font aller très loin la transgression toarcienne. Ainsi Poirier [17], dans son étude de géographie physique sur les Mauges, attire l'attention sur un glacis préliasique et attribue au dépôt très discuté du Moulin de la Vollerie près de la Tourlandry (feuille de Cholet, n° 118, 1<sup>re</sup> éd. due à Bochet) un âge toarcien. D'après Poirier, le glacis actuel des Mauges, qui descend lentement des reliefs granitiques des Gardes vers le sillon du Layon, serait une ancienne surface d'érosion préliasique recouverte par la transgression toarcienne. Or le dépôt de la Vollerie situé à la cote 206 près de la Tourlandry, d'âge pliocène pour Bochet et toarcien pour Poirier (qui le trouve analogue à certains aspects du grison de Vrines) serait une arène granitique superficielle pour M. C. Denizot [18] qui fait remarquer l'altitude trop grande de cette arène avec éléments roulés sur fond granitique par rapport au véritable Pliocène des Mauges (poches de sables rouges de Beaupreau à la cote 110). Ce dépôt de la Vollerie pourrait bien être éocène inférieur passant aux grès à Sabalites del'Anjou. Il n'en reste pas moins, qu'au Toarcien, la mer réalise une avance dans le NE de la Vendée autour de Thouars, alors que les dépôts de cet âge sur le bord S du même massif ne débordent pas ceux du Charmouthien. Il y avait peut-être un certain relief sur le bord S de la Vendée suivant le littoral toarcien, tandis qu'un glacis sur le rebord NE de la pénélaine, entre Airvault-sur-Thouet et Doué-la-Fontaine, permet des gains substantiels de superficie pour le domaine marin.

4. *Transgression toarcienne dans le S de la Vendée.* — Certains îlots de la mer liasique situés dans le golfe de Luçon n'ont été recouverts que par la transgression toarcienne. Une coupe précise à ce sujet nous est fournie par les essais de captage pour la ville de La Roche-sur-Yon, tentés dans la vallée du Lay près du Pont de Lavaud sur le territoire de la commune de La Couture (Vendée).

Dans le forage définitif exécuté par la Société Auxiliaire de Distribution des Eaux, les marnes toarciennes reposent directement sur les argiles rouges latéritiques, formations continentales qui recouvrent le granite écrasé de Mareuil-sur-le-Lay, touché au fond du sondage à 42 m 76 de profondeur (voir la coupe détaillée dans G. Mathieu et G. Waterlot [9]). Les calcaires marneux de Toarcien épais de 25 m 70 présentent à la base une lacune stratigraphique importante, car l'argile rouge latéritique peut être permo-triasique. Ce résultat stratigraphique du forage définitif est d'autant plus surprenant que le forage d'essai, situé à 45 m 20 de distance horizontale à l'E dans le fond de la vallée du Lay, a rencontré à 16 m 30 de profondeur (sous 6 m 30 d'épaisseur de Toarcien) le calcaire gréseux saccharoïde (= pierre rousse) d'âge charmouthien. La conclusion qui s'impose donc à l'esprit devant ces faits, c'est l'existence d'un petit îlot de granite rouge écrasé (= porphyroïde de Mareuil-sur-le-Lay), coiffé d'argile latéritique, situé en avant de la falaise granitique passant près de Champ-Saint-Père.

Enfin M. Gisbert, ingénieur des Ponts et Chaussées, m'a communiqué un renseignement inédit sur le Toarcien du versant S de la crête de Gâtine. Ainsi à Champdeniers, un puits creusé en face la gare et profond de 10 m a rencontré dans le Toarcien tout à fait supérieur une couche de lignite de 0 m 03 ce qui annonce le voisinage d'un rivage.

5. *Toarcien de la forêt d'Allonne.* — Nous savons que des résidus de grès et conglomérat charmouthiens passant latéralement au calcaire gréseux saccharoïde se trouvent jusqu'à l'Abbaye des Bois dans la forêt de Secondigny où la surface de la pénéplaine s'élève à 250 m. J'ai relevé dans la forêt d'Allonne, à la limite des feuilles de Niort et de Bressuire, des coupes de tranchées de route qui montrent sous les limons quaternaires (Ap<sup>1</sup> de Welsch) une mince couche d'argile bleue.

La route d'Allonne à Parthenay m'a révélé une coupe inattendue en un point où le Lias n'était pas connu; on observe la succession suivante de haut en bas :

1. — glaise bleue et blanche
2. — minette oolithique
3. — arkose à gros éléments
4. — argile bleue
5. — arkose en grains fins en couches horizontales
6. — schiste pourri incliné vers le Sud.

Je n'ai pas de fossiles, mais l'abondance d'argile bleue par rapport à la coupe d'un nouveau puits à Allonne, obligeamment communiquée par M. Gisbert, me fait conclure à du Toarcien. La transgression du Toarcien vers le N sur le massif de Gâtine est marquée par des bancs d'arkose grossière. On notera la présence

de limonite oolithique analogue à la minette de l'Aalénien de Lorraine.

La première conclusion est que le Toarcien débordant le Charmouthien a dû atteindre les environs de Parthenay. Un argument nous est fourni par la curieuse poche d'argile de Viennay où la masse inférieure est constituée par une argile bleue noire qui doit provenir du remaniement du Toarcien. On note aussi dans l'exploitation de Viennay une couche de graviers continentaux qui contient de petits débris de *Pecten* brisés. Un étage marin, vraisemblablement le Toarcien, a été repris au N de Parthenay dans les érosions du Sidérolithique.

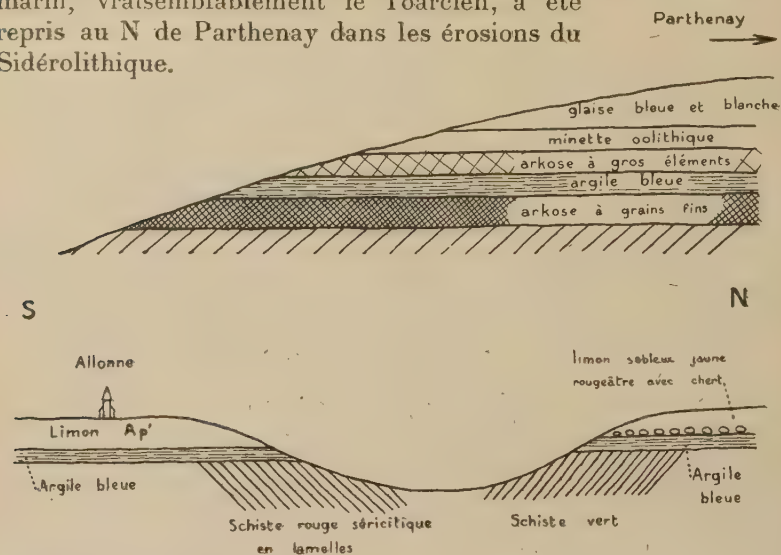


FIG. 4. — Coupe d'ensemble du Lias d'Allonne et coupe de détail du Toarcien du Bois d'Allonne au Sud d'Azay-sur-Thouet. L'arkose que Welsch a considéré obligatoirement comme Charmouthien n'est qu'un faciès de transgression qui s'élève dans le Toarcien.

A Beaulieu-sous-Parthenay une carrière est ouverte dans des argiles bleues à *Harpoceras falciferum* et *Belemnites tripartitus*. Il n'y a place entre la carrière et les affleurements de Primaire que pour une mince couche de Domérien. La grande invasion marine est donc du Toarcien inférieur aux environs de Parthenay, tandis qu'elle est du Toarcien supérieur dans le Nord du département des Deux-Sèvres, entre Thouars et Argenton-Château. C'est ce niveau à *Harpoceras falciferum* qui a donné un curieux indice d'huile de pétrole dans le forage du Château du Pinet près de Béruges (sur le flanc NE de l'anticlinal du Parc à Ligugé). Les marnes de Béruges sont pétrées de Pectinidés et d'*Harmo-*

*ceras* et correspondent stratigraphiquement aux schistes cartons de Lorraine. Cela nous montre l'importance des dépôts organiques dans la sédimentation du Toarcien du Seuil du Poitou et attire notre attention sur des descentes possibles d'huile minérale à travers les grauwackes poreuses du Briovérien du substratum paléozoïque.

La deuxième conclusion concerne l'origine des limons quaternaires. Les limons très argileux exploités pour tuilerie aux Coulaisières entre la Chapelle-Saint-Laurent et Moncoutant, qui coiffe la pénéplaine de la Gâtine à 200 m d'altitude entre Parthenay et Bressuire, ne proviendraient-ils pas du lessivage, pendant le Quaternaire, d'une ancienne calotte argileuse au-dessus du relief de la forêt de Secondigny.

Les failles de la Gâtine, comme le sillon de Bretagne ayant eu un jeu très récent sensiblement pliocène, l'épandage des argiles liasiques remontées sur le horst de la Gâtine n'a pu être que d'époque quaternaire.

#### IV. — PALÉOGÉOGRAPHIE DU BATHONIEN.

*Transgression bathonienne aux environs de Bressuire.* — Ce paragraphe peut paraître sortir un peu du cadre liasique que nous nous sommes fixé. Mais la transgression du Bathonien entre Thouars et Parthenay complète tellement bien celle du Toarcien depuis Saint-Loup-sur-Thouet jusqu'à Argenton-Château, que nous donnerions une image fort incomplète du mouvement tournant exécuté par la mer durant le Jurassique sur le flanc NE du Bocage vendéen, si nous ne résumions l'histoire du Bathonien dans ce secteur.

Le Bathonien des environs de Montreuil-Bellay est représenté par des calcaires à silex, silex qui forment de véritables dalles. Ce terrain est bien visible et facile à étudier dans la tranchée de « *l'Accommodement* » au S de la gare de Montreuil-Bellay [19].

Ce Bathonien offre des caractéristiques identiques aux environs de Thouars et les fossiles sont peu abondants, sauf à la partie supérieure. A la base, il y a des calcaires à *Ammonites zigzag* et *Terebratula sphaeroidalis* que Jules Welsch [26] considère comme représentant le banc pourri de Sainte-Pezenne, près de Niort. Ce niveau ne se voit d'ailleurs qu'à Pas-de-Jeu dans la vallée de la Dive. Or, depuis Thouars jusqu'aux environs de Bressuire, on rencontre sur les granulites et les granites du Bocage des placages de sables renfermant de nombreux silex noirs roulés ayant de grandes ressemblances avec ceux des assises du Bathonien. Ces dépôts, évidemment remaniés et qui atteignent la côte 187 à Noirterre, constituent des témoins de l'exten-

sion primitive de ce terrain qui a été complètement décalcifié. En dehors de cette décalcification tertiaire du Jurassique, on a néanmoins une raison suffisante pour admettre qu'une transgression marine a conduit la mer bathonienne depuis Thouars jusqu'à Bressuire.

Or dans le reste de la Vendée, les dépôts bajociens et bathoniens emboîtent les dépôts toarciens et aaléniens, d'autre part les sédiments ne montrent pas un caractère spécialement littoral. Nous pouvons donc conclure que, dans le Bassin d'Aquitaine sur le rivage N, le Dogger n'est pas en transgression tandis que dans l'angle SW du Bassin de Paris, le Bathonien progresse sur glaciais de Thouars vers Bressuire.

C'est F. Wallerant qui a eu le mérite de signaler l'existence des silex du Jurassique autour de Bressuire. J'ai étudié cette question en détail pendant l'été 1947, espérant découvrir, dans les gîtes de Bathonien décalcifié indiqué par Wallerant sur la 1<sup>re</sup> éd. de la feuille de Bressuire, quelques fossiles silicifiés.

2. *Amas de silex de Saint-Porchaire.* — J'ai tenu à vérifier la tache de J<sub>1-111</sub> qui m'a montré une couche de sable assez clair avec galets de quartz et surtout des amas de gros silex carriés, perforés par des lithophages, appartenant donc primitivement à des formations marines. Au passage à niveau de Saint-Porchaire, on peut observer la succession suivante de haut en bas :

1. — Couche sableuse avec gros silex.
2. — Arènes rougeâtres.
3. — Granulite.

3. *Amas de Noirterre.* — Je ne suis pas d'accord avec la carte de Wallerant pour le gîte de Noirterre où la crête des Raimonnières à la côte de 187 montre un mélange de gros blocs de grès rougeâtre, de poudingue sidérolithique et de silex jurassique, l'ensemble remanié sans doute dans des dépôts continentaux très récents d'âge sans doute pliocène.

Au S, contrairement aux indications de Wallerant, on rencontre des argiles kaoliniques en descendant sur le ruisseau de la Gâtine affluent du Thouaret.

4. *Amas de Faye-l'Abbesse.* — En descendant du Bois de la Folle vers Faye-l'Abbesse, on rencontre comme à Saint-Porchaire de gros amas de silex carriés. L'étendue de silex qui recouvre la granulite est plus grande qu'il n'est porté sur la 1<sup>re</sup> édition de Bressuire. Ainsi entre Faye-l'Abbesse et le hameau de l'Orère sur 3 km, la route de Bressuire à Airvault est tracée dans des dépôts sableux avec gros silex perforés et petits galets de quartz

blanc. Le développement du cailloutis de quartz et de silex est suffisamment important pour avoir donné lieu à des exploitations. De toute évidence le Jurassique est non seulement décalcifié mais encore remanié dans le Sidérolithique. Ce Sidérolithique, non porté sur la 1<sup>re</sup> éd. (due à Wallerant) entre Bressuire et Parthenay, n'en n'est pas moins bien développé avec des poches de minerai de fer très riche à Viennay.

Pour la question qui nous intéresse, à savoir les dispositifs paléogéographiques des diverses transgressions jurassiques en Vendée, nous retiendrons que des dépôts assez épais de silex marins perforés par les lithophages reposent sur la granulite à l'E de Bressuire. Ils représentent vraisemblablement les témoins d'une transgression de l'E vers l'W de la mer du Bathonien. Cette mer du Bathonien occupait également un golfe remontant d'Ardin vers les Essarts le long du sillon houiller. Le littoral bathonien de Bressuire et le golfe de Chantonnay ont été séparés par la région granitique de Pouzauges qui culmine aujourd'hui au Puy Crapeaud à 288 m et qui est dépourvu de tout résidu siliceux de Jurassique.

5. *Amas des Brandes*. — J'ai découvert ce gisement par la toponymie : les Brandes dans le Poitou sont des mauvaises terres constituées par des sables siliceux ou des poudingues. Les granites ne donnent pas d'aussi mauvaises terres que les brandes et un lieu dit *Brande* évoque pour le géologue l'idée de Sidérolithique. Or, les Brandes de Maisontiers sont portées en granulite sur la 1<sup>re</sup> éd. de la feuille de Bressuire.

Le plateau des Brandes s'étend à 3 km entre le Plessis-Olivier à l'W et Maisontiers à l'E ; sa surface se maintient aux environs des cotes 160 à 170. Notons que le plateau bathonien de la rive droite du Thouet à l'E atteint la cote 160.

Le sous-sol des Brandes est constitué par des amas d'énormes silex noirs de forme très bizarre. On reconnaît immédiatement les silex qui constituent des lits nombreux au milieu du calcaire bathonien exploité dans la grande carrière de la cimenterie d'Airvault à 10 km au NE. Le Bathonien s'est donc déposé aux Brandes à mi-chemin entre les villes de Bressuire et Parthenay. Il a été décalcifié et les amas de silex ont été remaniés avec les dépôts sidérolithiques représentés par des cailloutis de quartz. On notera aussi des petits galets blancs qui peuvent avoir été les éléments du poudingue de base de la transgression du Bathonien.

Ce Bathonien décalcifié des Brandes marque une nouvelle avance de la mer vers l'W sur la Gâtine, au delà vraisemblablement du rivage toarcien.

*Argument paléontologique.* — Enfin l'argument paléontologique qui manquait à F. Wallerant pour son assimilation des silex de Noirterre avec le Bathonien nous a été fourni par les silex du plateau de Jaunay au N de Gourgé. A la limite du plateau jurassique et des terrains primaires, on ne trouve pas les bandes régulières indiquées par la carte de Bressuire entre Lhoumois et Saint-Loup-sur-Thouet, mais de vastes étendues de silex qui correspondent au Bathonien déjà décalcifié et remanié dans le Sidérolithique, à cause de la rubéfaction partielle des silex et de la présence d'énormes blocs de grès ferrugineux.

Aux fermes de Jaunay, j'ai trouvé une empreinte en creux de *Trigonia* dans un silex blond. C'est la preuve que ces silex sont bien jurassiques et donc bathoniens puisque cet étage présente un pourcentage de près de 25 % de silex dans certaines carrières d'Airvault.

*Esquisse paléogéographique.* — Dès lors il nous est facile de retracer l'extension minima de la mer du Bathonien. Le Bathonien est connu aux environs de Doué-la-Fontaine, il descend de là sur Bressuire puis Parthenay par les Brandes, ensuite le littoral s'infléchit légèrement vers le SE à Vasles où le Bathonien affleure dans les fonds de vallée.

Nous savons, d'autre part, que le Bathonien existe à Saint-Maixent, puis à Coulonges-sur-l'Autize et dans la fosse de Chantonay ; bien entendu la mer se maintenait dans le golfe de Luçon où le Bathonien est classique depuis les études de l'abbé Boonne et de Chartron [24].

L'esquisse paléogéographique au Bathonien est alors la suivante. Entre la mer du Bassin Parisien qui s'est avancée jusqu'à Bressuire et Parthenay, et celle du Bassin d'Aquitaine qui forme le golfe de Chantonay superposé au Bassin houiller de la Vendée, le Massif armoricain a projeté vers le SE la presqu'île : colline de Saint-Pierre-du-Chemin, forêt de Chantemerle, l'Absie, crête de la forêt de Secondigny (avec sans doute une île ou une presqu'île granitique au Terrier du Fouilloux). L'essentiel de ce relief est constitué par des synclinaux de grès armoricain conservés à la cote 250, tandis que le cœur du Haut Bocage granitique, exempté de tout résidu jurassique culmine encore à 288 m au Puy Crapaud.

La mer du Bajocien semble avoir atteint, elle aussi, la zone d'ennoyage liasique vers l'Est du massif primaire de la forêt de Secondigny, à cause de la présence de limon à chert à Allonne.

Il n'y a pas de résidu de décalcification du Bathonien au-dessus

du massif granulitique du Terrier du Fouilloux (côte 272) où existent, par contre, des grès jaunâtres très durs représentant sans doute des dépôts du Sidérolithique. C'est donc encore un exemple où le littoral du Jurassique (mer du Bathonien) s'est arrêté sur un accident géologique : le gros filon de quartz de la Simnaudière. De même les amas de silex de Saint-Porchaire près de Bressuire, ceux des Brandes sont à l'E du filon de quartz Bressuire-Amailloux qui semble avoir limité la transgression. Or, cet accident a joué pour donner l'importante faille de Vasles au relief de faille encore très jeune. Nous retombons donc dans la même conception structurale que pour le Lias avec la liaison de la paléogéographie et des mouvements posthumes.

## V. — LES GRANDES CASSURES TERTIAIRES.

J'ai décrit dans cette note les rivages successifs du Jurassique inférieur et moyen en Vendée et les coïncidences avec les cassures tertiaires. Il serait fastidieux de décrire toutes ces failles et ce travail n'aurait rien d'original. Les dislocations du Poitou ont déjà fait l'objet d'un travail d'ensemble de Jules Welsch [11], en 1903. Pour ma part j'ai étudié toutes les failles vendéennes que je connaissais en 1937 dans ma thèse [10], puis les dislocations récentes de la région côtière du NW de la Vendée et de l'Île d'Yeu ont été figurées en 1945 [25]. Enfin les rectifications sur le système de horst et de graben de la feuille de Niort ont été données en 1940 [7]. Toutes les failles que je figure sur ma carte ont été déjà l'objet d'une étude géologique et sont donc justifiées, y compris celles du Layon [28].

J'ai rajouté seulement trois nouvelles cassures par rapport à mes travaux précédents et voici la justification rapide de ces failles.

*Faille de Saint-Varent* (n° 3 de la carte). J'ai toujours été frappé par le relief de faille qui s'étend depuis Coulonges-Thouarsais jusqu'à Saint-Varent en passant au S de Rigné. La granulite rose de Thouars (cote 141) domine la plaine jurassique de Thouars (cote 100 à 110) avec Sidérolithique et résidu de Toarcien.

*Faille de Saint-Loup-sur-Thouet* (n° 33). Entre les deux rives du Thouet on voit à Louin une dénivellation de près de 30 m pour le Toarcien en couches horizontales ; cette faille est suivie en direction par la rivière [22].

*Faille des Herbiers à Pouzauges* (n° 34). Il y a une dénivellation brusque d'environ 150 m entre les hauts reliefs granulitiques du Plateau des Alouettes et granitiques de Pouzauges d'une part et d'autre

part une plate-forme de Briovérien à la cote 100, qui s'étend de Montaigu (Vendée) à Mouchamp, recouverte d'une épaisse couche d'argile bleue (Miocène ?) au Parc Soubise.

A la suite de conversations récentes avec M. A. Guilcher, professeur de géographie à la Faculté des Lettres de Nancy, auteur d'un magistral travail sur le relief de la Bretagne méridionale [26], je prolonge l'accident du sillon de Bretagne, décrit depuis longtemps par le général Jourdy et Charles Barrois [27], jusqu'aux Herbiers et à Pouzauges en raison d'un argument purement morphologique qui est l'abrupt du plateau des Herbiers faisant penser à un relief de faille. Je ne vois pas de raison de faire percer cette dépression jusqu'aux plaines du Poitou bien que la fosse de Chantonay paraisse en relation étroite avec la cuvette de Saint-Maixent. Le prolongement au SE du relief de faille des Herbiers devrait sectionner la colline de Saint-Pierre-du-Chemin et celle de la Châtaigneraie pour rejoindre le bord N du sillon carbonifère de Vouvant. Or la Gâtine nous offre un relief appalachien, avec mise en saillie par l'érosion des synclinaux de grès armoricain à la cote 250 entre l'Absie et la forêt de Secondigny. Dans cette région vallonnée et presque montagneuse, il est impossible de suivre un accident morphologique à partir de Breuil-Barret.

En raison des nombreux horst et graben sur la feuille de Niort, il est difficile d'établir une correspondance entre la cassure des Cornouailles, si remarquable par sa longueur et les dislocations du Poitou. En se basant sur les gros filons de quartz, la faille de Savenay-Pont-Château passerait ensuite par Châtillon-sur-Sèvre, Bressuire, Amailloux, La Chapelle-Bertrand, venant donner la main à la faille de Vasles, mais le rejet serait alors inversé dans le Poitou, la faille de Vasles ayant un regard E. On sait que ce n'est pas une objection fondamentale en géologie.

Donc il reste encore deux hypothèses structurales en Vendée : prolongement du sillon de Bretagne en direction du synclinal de Saint-Maixent ou bien simplement cassure seouvrant de Bressuire à Vasles.

De toute façon le tracé fondamental de la faille de Chantonay nous montre clairement que les plis proprement vendéens deviennent immergés dans l'Atlantique au delà de la région nantaise. L'île de Belle-Isle n'est qu'un petit bloc, reste émergé du Bas Bocage de La Roche-sur-Yon.

## CONCLUSIONS.

I. — Les plissements hercyniens ont créé jusqu'à l'Hettangien un relief appalachien suivant les grandes lignes de la tectonique de la fin du Carbonifère. On peut préciser que la mer de l'Hettangien présentait un type de côte à structure longitudinale : golfe des Sables vers le Pas d'Yeu, presqu'île de l'anticlinal Les Essarts-Mervent. Cette tectonique ayant rejoué au Tertiaire à une date postérieure au Lutétien (région du Marais de Challans, Ile d'Yeu [25]) et postérieure à l'Oligocène (cuvette de Saint-Maixent — Saint-Eanne [12]) il en résulte souvent une coïncidence des rivages jurassiques avec une cassure très récente.

II. — Une abrasion plus complète du relief hercynien a été réalisée au Charmouthien et la mer peut progresser dans le S de la Vendée (Talmondaïs). C'est à cette époque que s'ouvre à l'E le détroit poitevin (Domérien). Il y a toujours une difficulté pour tracer les contours des anciennes mers parce que les limites d'affleurement ne sont que des limites d'érosion. Cependant, les phénomènes littoraux : bancs perforés, arkoses grossières à Bélemnites roulées, anciens cordons littoraux donnant des poudingues, nous prouvent que la mer du Lias moyen n'a pas mordu beaucoup sur le haut Bocage. Le front de mer domérien coupait par contre la Gâtine de La Chapelle-Thireuil à Lhoumois par Allones. A Réffannes, on a des poudingues à gros galets de quartz qui doivent venir de la destruction de gros filons de quartz du Pâtis de la Simnaudière (entré la Chapelle-Bertrand et Vasles).

III. — Le Toarcien a débordé largement le Charmouthien sur le glaciais NE des Mauges et du Choletais de Thouars vers Argenton-Château et sans doute aussi au N de Parthenay où l'argile bleue noire contenue dans une poche sidérolithique serait vraisemblablement empruntée au Toarcien.

IV. — Le Bathonien amène une transgression qui prend en écharpe tout le département des Deux-Sèvres de Doué-la-Fontaine à Bressuire et Parthenay pour s'infléchir jusqu'aux environs de Saint-Maixent. Cette transgression, comme le pressentait F. Wallerant, mais à degré plus accentué encore qu'il ne le pensait, a dépassé le Toarcien.

Les remarques les plus générales suggérées par cette note, sont que les transgressions du Lias sont variées dans leur direction. Souvent les lignes de rivage se recoupent à angle droit. Enfin le Dogger est plus transgressif que le Toarcien en Vendée, tandis que dans l'E du Bassin de Paris, c'est le phénomène contraire qui s'est produit.

## INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1. PH. GLANGEAUD. — Le Jurassique en bordure et à l'W du Plateau Central, Histoire des mers jurassiques dans le Bassin d'Aquitaine. *Bull. Serv. Carte géol. France*, t. VIII, n° 50, 1895.
2. CHARTRON et COSSMAN. — Sur l'Infralias de la Vendée et spécialement sur un gisement situé dans le territoire de la commune de Simon-la-Vineuse. *B. S. G. F.*, (4), II, 1902, p. 163.
3. ZEILLER. — Note sur quelques végétaux infraliasiques des environs de Niort. *Ibid.*, XI, 1911, p. 321.
4. A. CARPENTIER. — La flore des grès de l'Hermenault (Vendée), *C. R. somm. S. G. F.*, séance du 9 juin 1941.
5. — Sur les végétaux infraliasiques des environs de Niort. *CR. Ac. Sc.*, t. 212, n° 4, p. 171, 1941.
6. G. MATHIEU et G. WATERLOT. — Esquisse géologique sur la feuille de Fontenay-le-Comte. *Bull. Serv. Carte géol. France*, n° 203, t. XLII, 1940, p. 59 et 60.
7. G. MATHIEU. — Notes diverses d'excursion dans la Gâtine et la Plaine jurassique de Niort. *Ibid.*, n° 203, XLII, 1940, p. 77 à 95.
8. J. PENEAU. — Étude sur le Jurassique du Nord du Bassin d'Aquitaine (voir p. 285, Hettangien de Talmont). *Bull. Soc. Géol. Min. Bretagne*, Rennes, t. IV, fasc. III, 1923.
9. G. MATHIEU et G. WATERLOT. — Résultats stratigraphiques et hydro-géologiques des forages du Pont-de-Lavand près La Couture (Vendée). *Bull. Serv. Carte Géol. France*, n° 212, t. XLIV, p. 167 à 178.
10. G. MATHIEU. — Recherches géologiques sur les terrains paléozoïques de la région vendéenne, thèse, Lille, 1937, fasc. I, Imprimerie Sautai.
11. Jules WELSCH. — Les dislocations du Poitou, Réunion extraordinaire de la Société Géol. France en Poitou. *B. S. G. F.*, (4), III, fasc. 7, 1903.
12. P. A. GILLARD. — Sur la position stratigraphique du Bassin tertiaire lacustre de la Mothe-Saint-Heray. *C. R. somm. S. G. F.*, 29 avril 1941.
13. DE MARTONNE. — Traité de Géographie Physique.
14. G. WASSEUR. — Carte géologique au 1/80.000<sup>e</sup> des Sables-d'Olonne, n° 140 (1<sup>re</sup> éd.), et notice explicative parue en 1890.
15. A. FOURNIER. — Études géologiques des lignes de chemin de fer du Poitou. Ligne de Paris à Bordeaux entre Montreuil-Bellay et Villeneuve-la-Comtesse. Imprimerie Ch. Reversé, Saint-Maixent, 1891, p. 37 à 41, fig. 8, 9 et 10.
16. F. WALLERANT. — Sur la transgression jurassique dans le Massif vendéen. *CR. Ac. Sc.*, t. CXX, p. 1004.
17. L. POIRIER. — Essai sur la morphologie de l'Anjou méridional (Mauges et Saumurois). *Ann. Géog.*, n° 251, 1935, p. 474-491.
18. G. DENIZOT. — Le Pliocène dans l'Ouest de la France, *A. F. A. S.*, 59<sup>e</sup> Ses., Nantes, 1935, p. 535.
19. G. WATERLOT. — L'anticlinal du Loudunais aux environs de Montreuil-Bellay. *Bull. Serv. Carte géol. France*, n° 211, t. XLIII, 1942.
20. Jules WELSCH. — La Géologie des environs de Thouars et l'étage

Toarcien. *Mém. Soc. Sc. Nat. Deux-Sèvres*. Niort, Clouzot, libraire-éditeur, 1911, p. 15-16.

21. G. WATERLOT. — Les formations tertiaires continentales de la région d'Airvault. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LXVI, 1947, p. 171-179.
22. G. MATHIEU. — Quelques données géologiques nouvelles sur la Gâtine cristalline de Bressuire et de Parthenay. Compte rendu des Collaborateurs pour la campagne de 1947. *Bull. Serv. Carte Géol. France*, n° 225.
23. René ABRARD. — Géologie de la France, p. 267, Payot, éditeur, Paris, 1948.
24. CHARTRON — Coupe du Bathonien de Luçon. C. R. somm., Session extraordinaire en Vendée. *Soc. Géol. Min. Bretagne*, t. IV, fasc. 3, 1924, p. 237 et 240.
25. G. MATHIEU. — La géologie de l'Île d'Yeu. *Bull. Serv. Carte géol.*, n° 219, t. XLV, 1945.
26. André GUILCHER. — Le relief de la Bretagne méridionale, thèse de géographie, 1948, Henri Potier, La Roche-sur-Yon.
27. Charles BARROIS. — Le Sillon de Bretagne, *Ann. Soc. géol. Nord*, Lille, 1930, t. 55, p. 152-153.
28. Gilbert MATHIEU. — La géologie des environs de Thouarcé (Maine-et-Loire). *Bull. Serv. Carte géol. France*, n° 216, t. XLV, 1944, p. 51 à 75 (10 figures).

---

#### NOTES AJOUTÉES APRÈS LA MISE EN PAGES

1) Le grès de la cote 227 près d'Azay-sur-Thouet, considéré par J.-M. Bourdeau comme sidérolithique est, d'après P.-A. Gillard, d'âge charmouthien, ce qui fait que le massif primaire de Secondigny (cote 250) a été ceinturé de Lias par l'E. Dans ce grès de Pisseloube, Jules Welsch a recueilli en effet des *Bélemnites* roulés et des *Pentacrinus* conservés dans les collections de la Faculté des Sciences de Poitiers. Il s'agit donc du Lias, mais c'est un *faciès littoral de transgression*, qui peut être soit du Domérien soit de la base du Toarcien. Jusqu'à présent aucun fossile d'étage n'a été trouvé.

Le grès de Pisseloube est situé à 8 km à l'W de Parthenay. Consulter P.-A. GILLARD. Sur les grès de la cote 227 près d'Azay-sur-Thouet. *CR. somm. S. G. F.*, 1942, p. 118-119.

2) Le golfe hettangien, qui se serait avancé dans le Pas d'Yeu, est justifié par les blocs de calcaire hettangien dragués par les pêcheurs au large de Croix de Vic et cités par le Dr Baudouin.

---



# CONTRIBUTION A L'ÉTUDE PÉTROGRAPHIQUE DES SABLES SPARNACIENS DU BASSIN DE PARIS

PAR **Solange Duplaix**<sup>1-2</sup>.

Le Tertiaire parisien offre à la pétrologie de grandes possibilités de travail ; ses horizons sableux en particulier, semblent tout désignés pour une application de la méthode des minéraux lourds. A l'étude pétrographique des sables sparnaciens s'ajoute, dans ce travail, celle des sables yprésiens afin de rechercher les caractères permettant éventuellement de les différencier.

La méthode des minéraux lourds est complétée par des techniques plus anciennes : la granulométrie et le dosage du calcaire.

Peu de travaux ont été faits sur les diverses formations qui constituent le Sparnacien. Les sables surtout semblent avoir été négligés, les affleurements étant rares. L. Cayeux avait étudié, en 1891, les sables glauconieux, landéniens, du N de la France, mais c'est A. Vatan, le premier qui a repris la question en 1937 et 1938, en étudiant les sédiments arénacés du Bassin de Paris.

La limite entre le Sparnacien et l'Yprésien est très difficile à situer en l'absence de fossiles caractéristiques et a fait l'objet de nombreuses controverses.

\*  
\* \*

L'étage sparnacien comprend en général, les formations suivantes de la base au sommet :

- l'argile plastique
- les sables d'Auteuil
- les « Fausses Glaises »
- des sables supérieurs, surmontant les Fausses Glaises.

Seuls les trois niveaux supérieurs ont été étudiés.

La plupart des échantillons de Sparnacien et d'Yprésien ont été pris

1. Note présentée à la séance du 8 novembre 1948.

2. Je voudrais exprimer ma reconnaissance à MM. L. Lutaud, Professeur à la Sorbonne, J. Bourcart, Professeur à la Sorbonne, R. Soyer, Assistant au Muséum, et plus particulièrement à M. B. Brajnikov qui m'a initiée à l'étude des minéraux lourds et m'a aidée et guidée dans mes travaux.

dans la collection du Muséum et m'ont été communiqués par M. R. Soyer ; les autres, sondages de Plafosse et de Conflans-Sainte-Honorine, par M. Jacques Bourcart et M. R. Soyer ; ils se répartissent ainsi (fig. 1) :

*Sables d'Auteuil.* — Ivry-sur-Seine, Sèvres, bd Garibaldi.

*Fausses Glaises.* — Malakoff.

*Arkose.* — Breuillet, Saint-Chéron.

*Sables supérieurs*<sup>1</sup>. — Méry-s-Oise, Fontenay-s-Bois, Nanterre,



FIG. 1. — Carte du Bassin de Paris.

+ : gisements isolés ; O : coupes ; 1 : Saint-Chéron ; 2 : Breuillet ; 3 : Ivry-s-Seine ; 4 : Fontenay-s-Bois ; 5 : Malakoff ; 6 : Bd. Garibaldi ; 7 : Sèvres ; 8 : Nanterre ; 9 : Méry-s-Oise ; 10 : Ressons-s-Matz ; 11 : Sinceny ; 12 : Pourcy ; 13 : Damery ; 14 : Monthelon ; 15 : Conflans-Sainte-Honorine ; 16 : Plafosse ; 17 : Aubervilliers ; 18 : Livry ; 19 : Saint-Martin-du-Tertre.

Monthelon, Damery, Ressons-s-Matz, Pourcy, Sinceny, Aubervilliers, Livry, Saint-Martin-du-Tertre, Plafosse, Conflans-Sainte-Honorine.

Les cinq derniers échantillons sont des coupes avec superposition du Sparnacien et de l'Yprésien.

1. La dénomination sables supérieurs sera toujours utilisée ici, selon la terminologie employée par M. Soyer.

## MÉTHODES.

Il est inutile de décrire ici les méthodes utilisées pour l'étude minéralogique et la granulométrie, elles ont fait l'objet de publications antérieures. (S. Duplaix 1948, Brajnikov, Francis-Bœuf, Romanovski 1943.)

L'étude des minéraux légers a été faite sur la fraction 1,9-0,33 mm après attaque du sable à l'acide chlorhydrique et à l'acide nitrique. Les pourcentages de glauconie qui figurent sur le tableau des minéraux légers ne donnent pas les teneurs réelles de ce minéral, car l'attaque aux acides en a détruit une partie ; c'est pourquoi la recherche de la glauconie a été faite sur le sable brut. Les grains n'ont pas été comptés, mais les teneurs relatives simplement appréciées à l'œil, une gradation a été établie de la façon suivante :

|               |   |                       |   |
|---------------|---|-----------------------|---|
| présence..... | 1 | teneur moyenne.....   | 3 |
| peu.....      | 2 | forte teneur.....     | 4 |
|               |   | très forte teneur.... | 5 |

Les dosages de calcaire ont été faits au calcimètre, l'appareil étant étalonné avec un carbonate de calcium pur.

Les chiffres du calibrage ont été calculés en appliquant la formule de K. Sindowski (1938).

Cette formule semble reproduire assez fidèlement une caractéristique importante d'un sédiment, celle qui traduit l'action dynamique de l'eau provoquant le triage des grains par grosseur (comme dans ce cas il s'agit pratiquement des seuls grains de quartz, l'effet de la densité est négligeable). En outre, la formule fournit un seul chiffre par échantillon de sable, ce qui a l'avantage de permettre la représentation des résultats en diagramme particulièrement appréciable dans l'étude des coupes.

La formule est la suivante :  $S = \frac{H + A - R}{100}$  où S est le calibrage,

H la fraction granulométrique principale du sédiment en %, A = H plus la fraction précédente, plus la fraction suivante ; R = 100-H. Quand H tend vers 100, S tend vers 2.

## ÉTUDE MINÉRALOGIQUE.

**Minéraux lourds.** — L'examen des frottis pour la recherche des minéraux lourds a montré la richesse de ces sables en espèces minérales (Tableau I). Les résultats ont été donnés, pour

TABLEAU I.

| Minéraux Lourus<br>%                 | Tour-<br>maline | Zircon | Granat | Épithé | Anda-<br>tase | Broo-<br>kite | Staur-<br>kite | Dischene | Anda-<br>lousite | Épithé-<br>mite | Chlo-<br>rite | Épi-<br>dote | Pyro-<br>xène | Corri-<br>don | Épithé-<br>mite | Minaux<br>opaques |
|--------------------------------------|-----------------|--------|--------|--------|---------------|---------------|----------------|----------|------------------|-----------------|---------------|--------------|---------------|---------------|-----------------|-------------------|
| Sèvres.....                          | 16              | 40     | 1      | 6      | 8             |               | 5              | 2        | 5                |                 |               |              |               |               | 19              | 67                |
| Ivry-s-Seine.....                    | 20              | 42     |        | 5      | 12            |               | 4              | 0,5      | 5                |                 |               |              |               |               | 12              | 62                |
| Bd Garibaldi.....                    | 29              | 4      |        | 2      | 4             | 1             | 6              | 1        | 65               |                 |               |              |               |               |                 | 41                |
| Méry-s-Oise.....                     | 27              | 25     |        | 4      | 7             |               | 19             | 3        | 11               |                 |               | 1            |               |               | 3               | 60                |
| Nanterre.....                        | 22              | 38     | 1      | 3      | 9             |               | 7              | 2        | 5                |                 |               | 6            |               |               | 7               | 58                |
| Fontenay-s-Bols.....                 | 20              | 43     | 1      | 6      | 6             |               | 10             | 4        | 3                |                 |               |              |               |               | 5               | 39                |
| Malakoff.....                        | 27              | 31     | 3      | 4      | 6             |               | 6              | 1        | 6                |                 |               |              |               |               | 11              | 67                |
| Monthelon.....                       | 44              | 22     | 1      | 8      | 1             |               | 13             | 8        | 2                |                 | 1             |              |               |               |                 | 51                |
| Danery.....                          | 60              | 5      | 1      | 3      |               |               | 22             | 7        | 2                |                 |               |              |               |               |                 | 43                |
| Pourcy.....                          | 21              | 39     |        | 23     | 4             |               | 2,5            | 2,5      | 8                |                 |               |              |               |               |                 | 46                |
| Ressons-s-Matz.....                  | 38              | 12     | 2      | 10     | 2             |               | 19             | 11       | 4                |                 |               | 2            |               |               |                 | 72                |
| Sinceny.....                         | 28              | 27     | 7      | 9      | 2             |               | 10             | 13       | 2                |                 |               | 2            |               |               |                 | 56                |
| Saint-Chéron.....                    | 23              | 42     |        | 4      | 16            |               | 5              | 2        | 4                |                 |               |              |               |               | 1               | 49                |
| Breuillet.....                       | 21              | 45     |        | 8      | 10            |               | 5              | 4        | 6                |                 |               |              |               |               | 1               | 43                |
| Saint-Martin.....                    |                 |        |        |        |               |               |                |          |                  |                 |               |              |               |               |                 |                   |
| Yprésien... { 107-108.....           | 34              | 18     | 0,5    | 7      | 4             |               | 16             | 3        | 16               |                 |               | 1            |               |               | 0,5             | 50                |
| { 109-110.....                       | 37              | 25     |        | 5      | 3             |               | 13             | 3        | 12               |                 |               |              |               |               | 2               | 47                |
| { 111.....                           | 37              | 19     |        | 8      | 2             |               | 12             | 3        | 15               |                 |               |              |               |               | 4               | 46                |
| { 112-113.....                       | 34              | 24     |        | 6      | 3             |               | 13             | 2        | 16               |                 |               |              |               |               | 2               | 46                |
| { 114-118.....                       | 41              | 16     |        | 3      | 6             |               | 15             | 3        | 13               |                 |               |              |               |               | 3               | 41                |
| Spamaciën { 120-123.....             | 36              | 20     | 1      | 4      | 3             |               | 14             | 3        | 16               |                 |               |              |               |               | 3               | 48                |
| { 124-127.....                       | 40              | 18     | 1      | 4      | 5             |               | 12             | 3        | 16               |                 |               |              |               |               | 1               | 52                |
| { 128-130.....                       | 43              | 19     | 1      | 4      | 3             |               | 11             | 6        | 13               |                 |               |              |               |               |                 | 57                |
| Livry : { 85,05-86,24 (2).....       | 42              | 19     | 2      | 5      |               | 0,5           | 15             | 2        | 10               |                 |               | 0,5          |               | 0,5           | 2               | 62                |
| { 85,05-86,24 (3).....               | 35              | 30     | 2      | 4      | 2             |               | 9              | 4        | 11               |                 |               |              |               | 1             | 2               | 58                |
| { 85,05-86,24 (4).....               | 34              | 27     | 2      | 7      | 4             |               | 12             | 2        | 12               |                 |               |              |               |               | 2               | 52                |
| Yprésien... { 86,24-86,59.....       | 35              | 33     |        | 4      | 3             |               | 14             | 3        | 6                |                 |               |              |               |               | 2               | 53                |
| { 86,59-87,60.....                   | 44              | 20     | 3      | 5      | 5             |               | 10             | 2        | 11               |                 |               |              |               |               | 1               | 53                |
| { 87,60-88,01.....                   | 30              | 31     | 4      | 8      | 4             |               | 11             | 3        | 8                |                 |               |              |               |               | 5               | 63                |
| Spamaciën... { 91,22-93,51.....      | 31              | 33     |        | 7      | 7             |               | 9              | 5        | 3                |                 |               |              |               |               | 5               | 57                |
| Aubervilliers : { 75,70-92,50.....   | 45              | 20     | 0,5    | 3      | 3             |               | 16             | 3        | 6                |                 |               |              |               |               | 3               | 55                |
| { 94,30-101,47.....                  | 38              | 24     |        | 5      | 5             |               | 11             | 3        | 4                |                 |               | 1            | 0,5           | 0,5           | 9               | 61                |
| Spamaciën { 103,27 108,77.....       | 36              | 26     | 10     | 1      | 4             | 1             | 11             | 2        | 5                |                 | 0,5           |              |               |               | 2               | 67                |
| Plafosse sond. 2 : { 2,95-5,80.....  | 37              | 20     |        | 2      | 8             | 1             | 15             | 4        | 9                |                 |               |              |               |               | 4               | 58                |
| Yprésien... { 5,80-9,55.....         | 29              | 33     | 1      | 7      | 7             |               | 14             | 1        | 3                |                 |               | 0,25         |               |               | 3               | 59                |
| Spamaciën... { 3,50-4,70.....        | 29              | 30     |        | 8      | 4             |               | 15             | 4        | 7                |                 |               |              |               |               | 2               | 56                |
| Conflans s. 5 : { 4,70-12.....       | 29              | 25     | 1      | 4      | 10            |               | 11             | 4        | 12               |                 |               | 1            |               |               | 3               | 60                |
| Yprésien... { 3,20-4,20.....         | 34              | 31     |        | 5      | 3             |               | 11             | 4        | 11               |                 |               |              |               |               | 1               | 47                |
| Spamaciën... { 4,20-14,15.....       | 37              | 24     | 1      | 4      | 5             |               | 8              | 4        | 14               |                 |               |              |               |               | 3               | 51                |
| Conflans s. 9 : { 14,50-20 n° 5..... | 31              | 26     |        | 2      | 7             |               | 15             | 3        | 12               |                 |               |              |               |               | 4               | 46                |

|                              | TOUR-<br>MALINE | ZIRCON  | GRE-<br>NAT | Ru-<br>TILE | ANA-<br>TASE | STATIRO-<br>TIDE | Dis-<br>THÈNE | ANDA-<br>LOUSITE | TOPAZE | MONA-<br>ZITE | XENO-<br>TIME | MINÉ-<br>RAUX<br>OPAQUES | TOTAL<br>MINÉRAUX<br>TRANSPARENTS |
|------------------------------|-----------------|---------|-------------|-------------|--------------|------------------|---------------|------------------|--------|---------------|---------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Saint-Martin                 | 63.407          | 34.069  | 1.073       | 13.312      | 6.688        | 30.536           | 4.732         | 29.274           |        | 1.073         |               | 186.498                  | 180.750                           |
| 109-110.....                 | 46.519          | 31.930  | 351         | 5.789       | 3.333        | 16.491           | 3.333         | 15.263           | 350    | 2.193         |               | 110.000                  | 126.228                           |
| 111.....                     | 34.790          | 19.042  | 360         | 7.904       | 2.275        | 11.796           | 2.574         | 15.209           |        | 3.952         |               | 85.748                   | 99.101                            |
| 112-113.....                 | 38.537          | 27.398  |             | 6.896       | 4.012        | 14.608           | 2.758         | 18.432           |        | 2.319         |               | 100.000                  | 115.297                           |
| 114-118.....                 | 53.701          | 21.974  | 399         | 4.488       | 7.685        | 20.023           | 4.606         | 17.391           |        | 3.924         |               | 92.396                   | 135.399                           |
| 120-123.....                 | 30.651          | 18.022  | 764         | 3.146       | 3.056        | 12.988           | 2.426         | 14.606           |        | 2.831         | 89            | 82.921                   | 89.617                            |
| 124-127.....                 | 21.000          | 9.737   | 429         | 2.195       | 2.482        | 6.396            | 1.861         | 8.735            |        | 668           | 95            | 58.710                   | 53.937                            |
| 128-130.....                 | 9.935           | 4.358   | 192         | 961         | 705          | 2.564            | 1.282         | 3.076            |        | 64            |               | 30.384                   | 23.333                            |
| Aubervilliers                | 35.980          | 17.081  | 478         | 2.822       | 2.775        | 13.827           | 2.344         | 5.071            |        | 2.583         |               | 104.497                  | 84.258                            |
| 75, 70-92, 50.....           | 16.666          | 10.724  |             |             | 2.029        | 4.927            | 2.318         | 1.811            |        | 4.057         | 797           | 68.840                   | 41.637                            |
| 94, 32-101, 47.....          | 18.360          | 13.770  | 5.245       | 655         | 1.965        | 5.900            | 982           | 2.622            |        | 1.811         |               | 105.852                  | 53.114                            |
| 103, 27-108, 77.....         | 44.134          | 24.611  | 647         | 2.590       | 9.924        | 18.088           | 4.301         | 11.403           |        | 4.534         |               | 167.532                  | 121.543                           |
| Plafosse S. 2.               | 35.893          | 40.152  | 1.179       | 9.087       | 8.365        | 17.376           | 950           | 3.916            | 722    | 3.498         | 589           | 177.186                  | 123.888                           |
| Confians S. 5.               | 42.923          | 43.568  | 301         | 12.203      | 5.792        | 22.072           | 5.518         | 14.036           | 604    | 3.641         |               | 194.410                  | 150.732                           |
| 4, 70-42, 00.....            | 36.064          | 32.138  | 1.948       | 5.299       | 5.765        | 14.154           | 5.747         | 15.996           |        | 3.886         |               | 198.500                  | 130.716                           |
| — S. 6.                      | 45.832          | 42.604  | 778         | 7.145       | 4.152        | 14.900           | 6.198         | 15.328           |        | 1.694         | 839           | 192.503                  | 139.480                           |
| 3, 20-4, 20.....             | 65.959          | 44.378  | 1.776       | 7.430       | 9.238        | 14.242           | 7.833         | 26.428           |        | 5.810         |               | 217.800                  | 184.001                           |
| 4, 20-14, 15.....            | 65.183          | 54.300  | 685         | 5.100       | 14.800       | 31.233           | 7.066         | 26.183           |        | 7.516         | 683           | 189.450                  | 213.433                           |
| 14, 50-20, 00.....           | 41.072          | 32.733  |             | 1.768       | 5.072        | 16.435           | 4.579         | 20.924           |        | 1.768         |               | 135.254                  | 124.961                           |
| N° 6.                        | 16.181          | 7.055   | 841         | 2.133       | 646          | 5.895            | 842           | 3.883            | 194    | 841           | 194           | 64.466                   | 39.352                            |
| Livry 85, 05-86, 24 (2)..... | 20.173          | 18.086  | 1.333       | 2.550       | 1.419        | 5.507            | 2.318         | 6.651            | 753    | 1.043         |               | 81.450                   | 59.884                            |
| 85, 05-86, 24 (3).....       | 42.857          | 34.572  | 2.857       | 8.857       | 5.428        | 15.142           | 2.571         | 15.714           | 571    |               |               | 142.000                  | 129.774                           |
| 85, 05-86, 24 (4).....       | 14.644          | 13.830  | 271         | 1.763       | 1.452        | 6.101            | 1.289         | 2.440            | 202    | 1.017         |               | 48.881                   | 43.118                            |
| 86, 24-86, 59.....           | 17.687          | 8.503   | 1.360       | 2.040       | 1.979        | 4.013            | 884           | 4.557            |        |               |               | 47.618                   | 41.632                            |
| 86, 59-87, 60.....           | 12.993          | 13.757  | 1.910       | 3.821       | 1.783        | 4.968            | 1.146         | 3.949            |        | 637           |               | 79.108                   | 45.477                            |
| 87, 60-88, 01.....           | 41.590          | 43.409  | 681         | 9.431       | 9.172        | 12.045           | 6.363         | 4.545            |        | 6.363         |               | 182.954                  | 136.022                           |
| 91, 22-93, 51.....           | 10.172          | 11.551  | 1.228       | 1.465       | 2.317        | 2.327            | 258           | 2.068            |        | 4.222         |               | 75.086                   | 37.327                            |
| Malakoff.....                | 20.530          | 6.437   | 1.118       | 5.364       | 1.114        | 10.852           | 6.166         | 2.269            |        |               |               | 140.485                  | 55.697                            |
| Ressons-sur-Matz.....        | 58.443          | 5.000   | 882         | 2.794       | 588          | 20.882           | 6.323         | 1.470            |        |               |               | 73.823                   | 105.000                           |
| Damery.....                  | 44.989          | 22.472  | 821         | 8.156       | 1.258        | 13.839           | 8.850         | 4.258            |        |               |               | 121.605                  | 104.251                           |
| Monthelon.....               | 35.376          | 67.256  | 40.221      | 7.234       | 4.731        | 4.668            | 14.048        |                  |        |               |               | 118.252                  | 173.761                           |
| Pourcy.....                  | 25.975          | 64.390  | 1.219       | 10.121      | 12.357       | 7.804            | 3.048         | 4.024            |        | 31.700        | 731           | 331.341                  | 163.292                           |
| Sevres.....                  | 41.415          | 86.792  |             | 11.839      | 26.698       | 9.575            | 1.132         | 11.792           |        | 25.471        |               | 348.773                  | 216.650                           |
| Ivry-sur-Seine.....          | 147.692         | 32.727  |             | 12.587      | 9.930        | 46.013           | 9.230         | 500.000          |        |               |               | 506.013                  | 764.055                           |
| Bd Garibaldi.....            | 28.049          | 25.850  | 226         | 4.535       | 7.233        | 20.158           | 3.605         | 11.111           |        | 2.721         |               | 159.501                  | 105.306                           |
| Méry-sur-Oise.....           | 81.418          | 140.668 | 3.008       | 10.417      | 32.534       | 27.465           | 9.025         | 18.217           |        | 26.573        |               | 520.779                  | 374.986                           |
| Nanterre.....                | 29.069          | 60.232  | 2.093       | 8.372       | 9.302        | 14.651           | 5.813         | 3.720            |        | 7.574         | 2.325         | 210.000                  | 143.720                           |
| Fontenay-sous-Bois.....      | 17.838          | 17.187  | 4.381       | 5.543       | 1.487        | 6.484            | 8.460         | 1.371            | 34     |               |               | 80.650                   | 64.625                            |
| Sinceny.....                 | 89.498          | 158.257 | 1.307       | 14.506      | 63.957       | 21.307           | 7.625         | 17.080           |        | 15.991        | 1.960         | 370.762                  | 392.156                           |
| Saint-Chéron.....            |                 |         |             |             |              |                  |               |                  |        |               |               |                          |                                   |

chaque gisement, sous la forme d'un graphique (fig. 2) composé des minéraux les plus caractéristiques. Tout d'abord tourmaline<sup>1</sup> et zircon qui constituent les éléments dominants pour tous les échantillons, puis staurotide, disthène et andalousite, minéraux de métamorphisme, enfin rutile, anatase et monazite, présents dans presque tous les gisements, bien qu'en quantités parfois assez faibles, mais intéressants par leur densité relativement élevée.

A côté de l'étude des minéraux lourds en pourcentage, il est souvent intéressant de calculer le nombre de grains de chaque espèce minérale rapporté à 1 kg de sable de la fraction étudiée : 0,33-0,05 (B. Brajnikov et S. Duplaix 1943, S. Duplaix, 1946).

Ces chiffres, les nombres absolus de grains, peuvent donner pour deux gisements à peu près semblables en pourcentage, des chiffres tout à fait différents en nombre de grains (Tableau II). Ainsi, dans les sables supérieurs, Fontenay accuse 43 % de zircon et Nanterre 38 % ; en nombre de grains, Fontenay n'a que 60.000 zircon contre 140.000 à Nanterre. Pour les minéraux opaques, mêmes différences, 59 et 58 %, mais 210.000 grains à Fontenay pour 520.000 à Nanterre.

Ces calculs ont été faits pour la tourmaline, le zircon, le grenat, le rutile, la staurotide, le disthène, l'andalousite, l'anatase, la monazite, la topaze, le xénotime, les minéraux opaques et le total des minéraux transparents.

Les quarante sables étudiés, tant sparnaciens qu'yprésiens, offrent une grande homogénéité dans leur composition. Trente-cinq sont formés de deux éléments dominants, la tourmaline et le zircon ; vingt-cinq ont plus de tourmaline et dix plus de zircon. Les cinq sables faisant exception à la règle générale se situent de la façon suivante : deux dans la région parisienne, Sèvres, avec un peu plus de monazite que de tourmaline, le zircon restant l'élément dominant, et bd Garibaldi où la proportion d'andalousite dépasse de beaucoup celle des autres minéraux. Les trois autres dans la région orientale. A Ressons-s-Matz et à Damery, la tourmaline atteint le chiffre le plus élevé, mais le zircon se laisse dépasser par la staurotide. Par contre, à Pourcy, le minéral le plus abondant est le zircon, suivi immédiatement par le rutile.

**Minéraux légers.** — L'élément dominant de la fraction légère est le quartz qui constitue à lui seul de 74 % à 95 % du total

1. L'indicolite est comptée avec la tourmaline.

(tableau III). La répartition en quartz hyalin et quartz non caractéristique est assez variable pour un même sondage.

TABLEAU III.

| MINÉRAUX LÉGERS    | SILEX | GRÈS | FELDSPATH<br>IR < 1.54 | FELDSPATH<br>IR > 1.54 | MINÉRAUX<br>ALTÉRÉS | GLAUCONIE | QUARTZ<br>HYALIN | Q. NON<br>CARACTÉ-<br>RISTIQUE | QUARTZ<br>JAUNE | QUARTZ<br>ROSE | QUARTZ<br>ENFUMÉ | BIOTITE |
|--------------------|-------|------|------------------------|------------------------|---------------------|-----------|------------------|--------------------------------|-----------------|----------------|------------------|---------|
| Saint-Martin       |       |      |                        |                        |                     |           |                  |                                |                 |                |                  |         |
| 107-108 .....      | 2     |      | 2                      | 3                      |                     |           | 48               | 42                             |                 | 3              |                  |         |
| 111 .....          | 5     |      | 3                      |                        |                     |           | 25               | 65                             |                 | 1              | 1                |         |
| 114-118 .....      | 3     | 2    |                        |                        |                     |           | 47               | 46                             | 2               |                |                  |         |
| 128-130 .....      | 5     | 3    |                        | 1                      |                     |           | 42               | 45                             | 2               | 2              |                  |         |
| Livry              |       |      |                        |                        |                     |           |                  |                                |                 |                |                  |         |
| 85,05-86,24 (2)... | 2     | 3    | 1                      | 4                      | 1                   | 11        | 44               | 33                             | 1               |                |                  |         |
| 85,05-86,24 (3)... | 2     | 7    | 2                      | 1                      | 3                   | 10        | 40               | 34                             |                 |                |                  | 1       |
| 86,59-87,60 .....  | 11    | 1    | 1                      | 1                      | 5                   | 9         | 37               | 43                             |                 | 1              | 1                |         |
| 91,22-93,51 .....  | 1     |      | 5                      | 1                      |                     |           | 20               | 70                             | 1               | 2              |                  |         |
| Monthelon.....     | 3     | 1    | 3                      | 2                      |                     |           | 57               | 30                             | 2               | 2              |                  |         |
| Sèvres.....        | 2     |      | 13                     |                        |                     |           | 34               | 48                             | 3               |                |                  |         |
| Plafosse           |       |      |                        |                        |                     |           |                  |                                |                 |                |                  |         |
| 2,95.5,80 .....    | 8     |      | 2                      |                        |                     | 3         | 18               | 65                             | 3               | 1              |                  |         |
| 5,80-9,55 .....    | 1     |      | 2                      | 1                      |                     | 13        | 48               | 32                             |                 | 3              |                  |         |

La proportion de feldspaths est peu importante dans l'ensemble ; un seul gisement, Sèvres, est assez différent des autres. Cet échantillon est pris dans la formation « sables d'Auteuil » à laquelle il faut rattacher l'arkose du Breuillet qui, comme son nom l'indique, contient ou a contenu des feldspaths en assez grande proportion.

**Glauconie.** — Les gisements isolés ont peu ou pas de glauconie (tableau IV). Dans les coupes, la répartition est assez inégale ; elle est parfois plus abondante dans le Sparnacien (Saint-Martin, Plafosse, Conflans-Sainte-Honorine), parfois moins abondante (Livry).

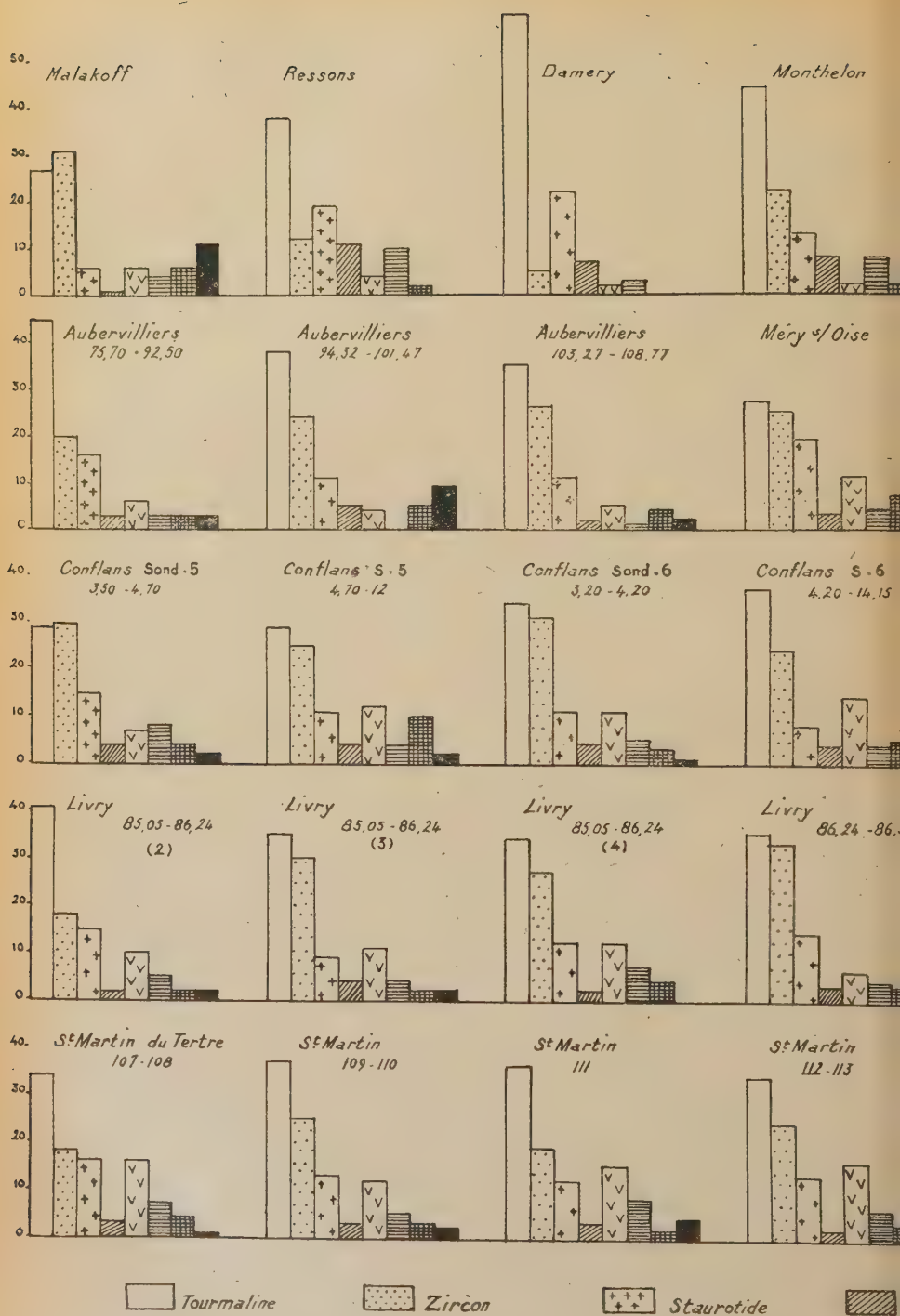
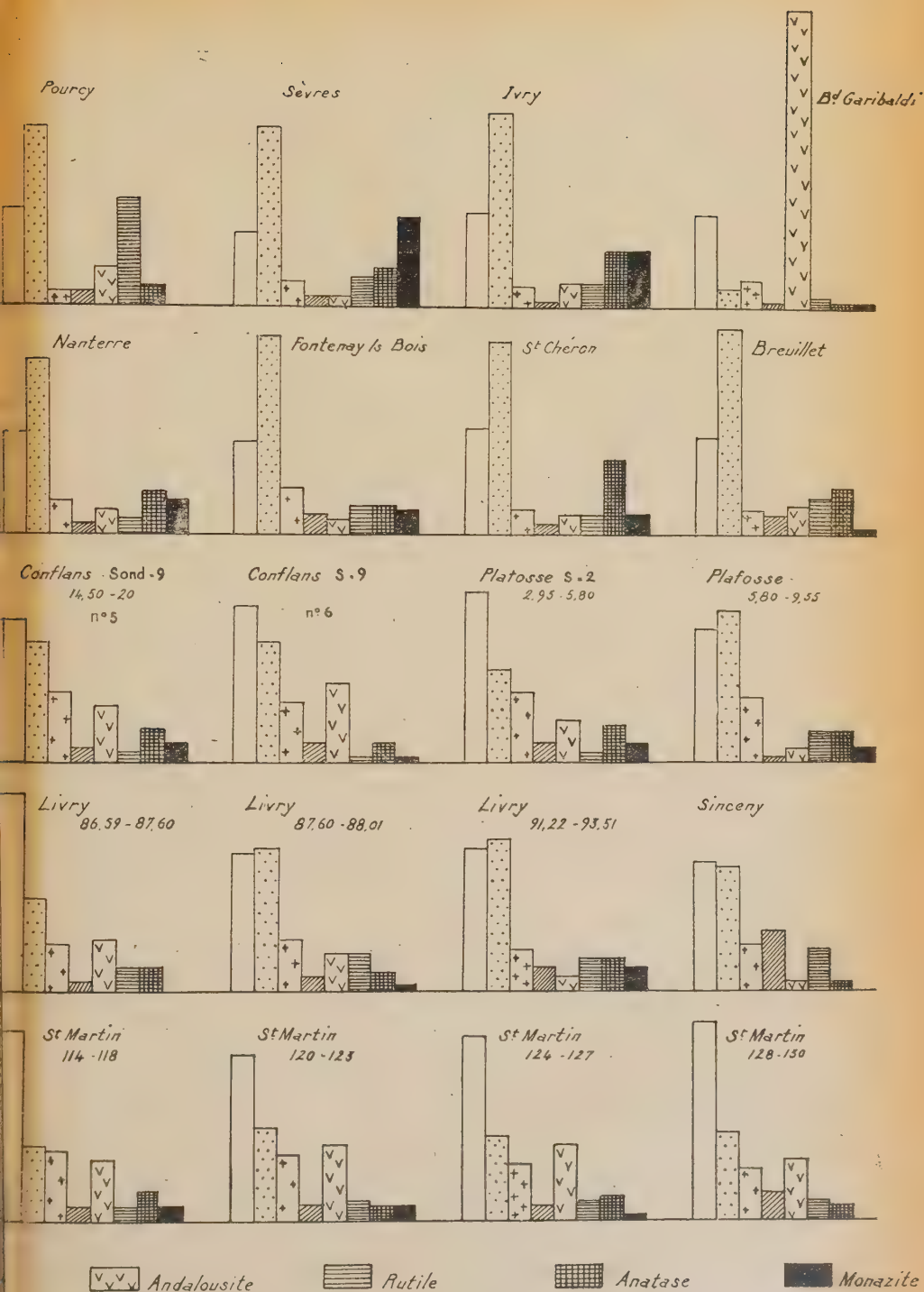


FIG. 2. — Compo



minéralogique des sables.

TABLEAU IV : Glauconie.

## Échantillons isolés.

|                  |       |                 |       |                 |       |
|------------------|-------|-----------------|-------|-----------------|-------|
| Sèvres.....      | néant | Fontenay-s-Bois | néant | Damery.....     | néant |
| Ivry-s-Seine ... | néant | Saint-Chéron... | néant | Pourcy.....     | 1     |
| Bd Garibaldi...  | néant | Breuillet.....  | néant | Ressons-s-Matz. | 4     |
| Nanterre.....    | néant | Malakoff.....   | néant | Sinceny.....    | néant |
| Méry-s-Oise ...  | 2     | Monthelon.....  | néant |                 |       |

## Coupes.

| <i>St-Martin-du-Tertre :</i> | <i>Conflans-Sainte-Hono-</i> | <i>Livry :</i>         |
|------------------------------|------------------------------|------------------------|
|                              | <i>rine :</i>                |                        |
| 107-108 1                    |                              | 86,05-86,24 (2) 4      |
| 109-110 1                    | <i>Sondage 9 :</i>           | 86,05-86,24 (3) 3      |
| 111 2                        |                              | 86,05-86,24 (4) 2      |
| 112-113 3                    | 14,50 n° 5 1                 | 86,24-86,59 2          |
| 114-118 2                    | 14,50 n° 6 3                 | 86,59-87,60 4          |
| 120-123 3                    | <i>Sondage 5 :</i>           | 87,60-88,01 4          |
| 124-127 3                    |                              | 91,22-93,51 1          |
| 128-130 1                    | 3,50- 4,70 1                 |                        |
|                              | 4,70-12,00 néant             |                        |
| <i>Plafosse :</i>            | <i>Sondage 6 :</i>           | <i>Aubervilliers :</i> |
| <i>Sondage 2 :</i>           |                              |                        |
| 2,95-5,80 3                  | 3,20- 4,20 1                 | 75,70- 92,50 1         |
| 5,80-9,55 5                  | 4,20-14,15 3                 | 94,32-101,47 1         |
|                              |                              | 103,27-108,77 néant    |

## GRANULOMÉTRIE.

Le tamisage a été fait sur les tamis 10, 100, 160, 300 (dimensions respectives des mailles 1,9-0,25-0,160-0,05 mm), ce qui donne 5 fractions granulométriques. Les résultats ont été résumés

*Suite de la légende de la fig 3.*

*Saint-Martin-du-Tertre :* 128-130 : 1 a; 124-127 : 1 b; 120-123 : 1 c; 114-118 : 1 d; 112-113 : 1 e; 111 : 1 f; 109-110 : 1 g; 107-108 : 1 h.  
*Livry :* 91,22-93,51 : 2 a; 87,60-88,01 : 2 b; 86,59-87,60 : 2 c; 86,24-86,59 : 2 d; 85,05-86,24 (4) : 2 e; 85,05-86,24 (3) : 2 f; 85,05-86,24 (2) : 2 g.  
*Conflans-Sainte-Honorine, sondage 5* 4,70-12 : 3 a; 3,50-4,70 : 3 b. *sondage 6* 4,20-14,15 : 4 a; 3,20-4,20 : 4 b. N° 5 *sondage 9* 14,50-20 : 5. N° 6 *sondage 9* 14,50-20 : 6.

*Plafosse : sondage 2* 5,80-9,55 : 7 a; 2,95-5,80 : 7 b.

*Aubervilliers :* 103,27-108,77 : 8 a; 94,35-101,47 : 8 b; 75,70-92,50 : 8 c.

*Ivry-s-Seine :* 9.

*Malakoff :* 14.

*Damery :* 19.

*Sèvres :* 10.

*Méry-s-Oise :* 15.

*Ressons-s-Matz :* 20.

*Bd Garibaldi :* 11.

*Fontenay-s-Bois :* 16.

*Pourcy :* 21.

*Breuillet :* 12.

*Nanterre :* 17.

*Sinceny :* 22.

*St-Chéron :* 13.

*Monthelon :* 18.

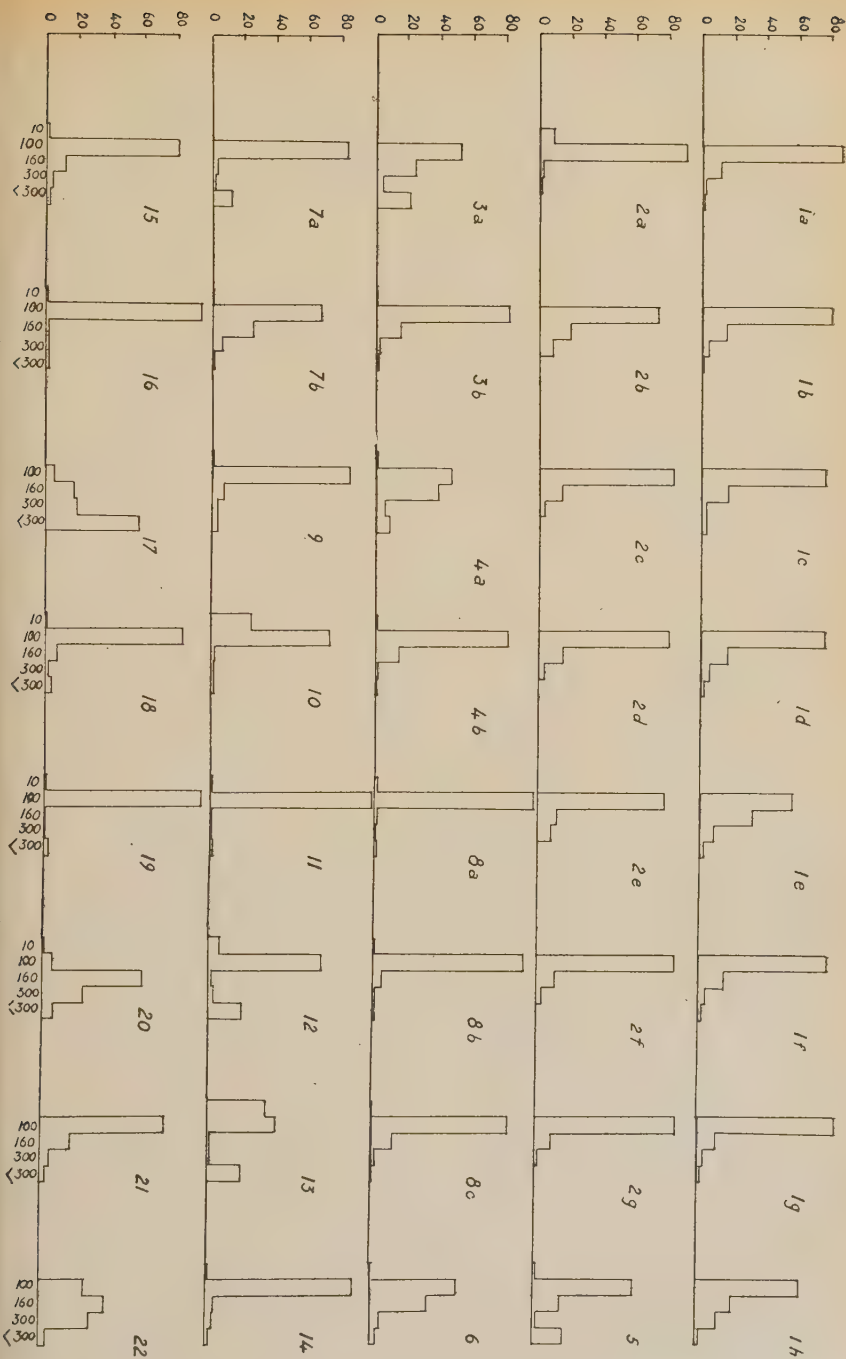


FIG. 3. — Granulométrie des sables.

Voir la suite de la légende au bas de la page 502.

dans la fig. 3; ceux du calibrage dans le tableau V. Deux centres granulométriques apparaissent. Le premier dans la région parisienne où les éléments se classent de la façon suivante : les éléments les plus gros, maximum de la fraction : 1,9, au SW du bassin étudié, puis baisse progressive de cette fraction à mesure qu'on s'éloigne vers le NE. Un deuxième centre se situe dans la région de Damery-Monthelon avec les éléments les plus grossiers au S, la proportion des sables les plus fins augmentant vers le N. Il est intéressant de constater que, en règle générale, *plus le sable est grossier mieux il est calibré*. Le meilleur calibrage se trouve dans la région parisienne, il devient moins bon vers la périphérie.

TABLEAU V : Calibrage.

## Échantillons isolés.

|                         |                       |                         |
|-------------------------|-----------------------|-------------------------|
| Monthelon = 1,6028      | Saint-Chéron = 0,6206 | Bd Gariibaldi :         |
| Damery = 1,8775         | Sinceny = 0,7415      | meuble = 1,968          |
| Pourcy = 1,4087         | Malakoff = 1,736      | compact = 1,9564        |
| Ressons-s-Matz = 1,1225 | Méry-s-Oise = 1,5485  | Fontenay-s-Bois = 1,854 |
| Nanterre = 0,921        | Ivry-s-Seine = 1,623  | Breuillet = 1,1455      |
|                         | Sèvres = 1,439        |                         |

## Coupes.

|                                 |                                   |                          |
|---------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| <i>Saint-Martin-du-Tertre :</i> | <i>Conflans-Sainte-Honorine :</i> | <i>Livry :</i>           |
| 107-108 = 1,1228                | <i>Sondage 5 :</i>                | 86,05-86,24 (2) = 1,6945 |
| 107-110 = 1,6225                | 3,50-4,70 = 1,5915                | 86,05-86,24 (3) = 1,6763 |
| 111 = 1,526                     | 4,70-12,00 = 0,8112               | 86,05-86,24 (4) = 1,4948 |
| 112-113 = 1,0438                | <i>Sondage 6 :</i>                | 86,24-86,59 = 1,5834     |
| 114-118 = 1,455                 | 3,20-4,20 = 1,6122                | 86,59-87,60 = 1,6293     |
| 120-123 = 1,4836                | 4,20-14,15 = 0,770                | 87,60-88,01 = 1,39       |
| 124-127 = 1,5617                | <i>Sondage 9 :</i>                | 91,22-93,51 = 1,7945     |
| 128-130 = 1,694                 | 14,50-20,00 = 1,025 (n° 5)        |                          |
|                                 | 14,50-20,00 = 0,950 (n° 6)        |                          |
| <i>Aubervilliers :</i>          |                                   | <i>Plafosse :</i>        |
| 75,70-92,50 = 1,641             |                                   | 2,95-5,80 = 1,2575       |
| 94,32-101,47 = 1,8222           |                                   | 5,80-9,55 = 1,4972       |
| 103,27-108,77 = 1,9245          |                                   |                          |

## CALCAIRE.

Dans l'ensemble il y a peu de calcaire, sauf dans la coupe de Livry (Tableau VI).

Dans la région parisienne, les teneurs en calcaire semblent augmenter progressivement en partant de Saint-Chéron et en

suivant une ligne jalonnée par le Breuillet, Ivry-sur-Seine, Malakoff, Fontenay-sous-Bois, Sèvres, ce qui donne à peu près une progression S-N.

Dans la région orientale, la proportion de calcaire semble augmenter, là aussi, du S vers le N, en partant de Damery, Monthelon, Pourcy vers Sinceny.

TABLEAU VI : Calcaire.

| Échantillons isolés. |                       |                   |
|----------------------|-----------------------|-------------------|
| Sèvres..... 0,82 %   | Méry-s-Oise... 0,38 % | Fontenay-sous-    |
| Malakoff ..... 0,33  | Pourcy..... 4,31      | Bois ..... 0,38 % |
| Monthelon .... 1,95  | Breuillet..... 0,10   | Sinceny..... 5,65 |
| Saint-Chéron.. néant | Bd Garibaldi... néant |                   |
| Ivry-s-Seine.. 0,22  | Damery..... 0,33      |                   |

## Coupes.

| <i>St-Martin-du-Tertre</i> <sup>1</sup> : | <i>Conflans-Sainte-Hono-</i><br><i>rine</i> : | <i>Livry</i> :         |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------|
| 407-408 0,53                              |                                               | 85,05-86,24 (2) 63,47  |
| 409-410 0,15                              | <i>Sondage 9</i> :                            | 85,05-86,24 (3) 53,05  |
| 411 0,36                                  | 14,50-20 n°5 0,16                             | 85,05-86,24 (4) 91,30  |
| 412-413 0,61                              | 14,50-20 n°6 0,16                             | 86,24-86,59 66,95      |
| 414-418 néant ou traces                   | <i>Sondage 5</i> :                            | 86,59-87,60 67,82      |
| 420-423 néant ou traces                   | 3,50-4,70 0,38                                | 87,60-88,01 78,26      |
| 424-427 0,30                              | 4,70-12,00 0,16                               | 91,22-93,51 13,04      |
| 429-433 0,30                              |                                               |                        |
| <i>Plafosse. Sondage 2</i> :              | <i>Sondage 6</i> :                            | <i>Aubervilliers</i> : |
| 2,95-5,00 0,57                            | 3,20-4,20 2,52                                | 75,70-92,50 2,73       |
| 5,80-9,55 0,11                            | 4,20-14,15 0,10                               | 94,32-101,47 2,39      |
|                                           |                                               | 103,27-118,77 1,81     |

Les résultats de Ressons-s-Matz (2, 17) et Nanterre (1,51) ne sont pas donnés dans le tableau, des coquilles ayant été ajoutées au moment du prélèvement de ces échantillons.

## CONCLUSION.

L'examen des échantillons par trois méthodes indépendantes : analyse minéralogique, granulométrie, dosage du calcaire, montre une grande concordance de résultats.

La composition des matériaux étudiés est très homogène, mais une question se pose tout d'abord, celle de savoir si les matériaux constituant les formations sparnaciennes sont d'origine

1. La chute à zéro de deux niveaux de cette coupe paraît due à ce qu'ils sont séparés par un grès calcaireux qui semble avoir drainé tout le calcaire des échantillons l'entourant.

continentale représentant un apport nouveau de produit détritique, ou si elles sont le résultat du remaniement de formations préexistantes, par la transgression marine de cette époque et resédimentées à une plus ou moins grande distance. Rien ne semble confirmer cette deuxième hypothèse. La variété de composition minéralogique, l'état de fraîcheur des grains, tous ces



FIG. 4. — Répartition géographique du zircon en nombre de grains dans 1 kg de sable (0,33 à 0,05 mm).

caractères sont en faveur d'une origine continentale nouvelle. Il y a un seul exemple d'enrichissement local en une espèce minérale, au Bd Garibaldi, c'est donc un cas tout à fait exceptionnel. De plus le Sparnacien repose dans la région étudiée direc-

tement sur la Craie ; il semble bien que la transgression thanétienne ne s'est pas étendue aussi loin vers le S. De plus pour justifier l'hypothèse de l'origine marine de ces sables, il faudrait supposer un transport de matériaux du N vers le S. Dans ce cas un certain classement des sédiments devrait se faire en direction NS ; alors qu'au contraire le classement des matériaux par grosseur et par densité (fig. 4) indique, pour tous les sables, un transport des sédiments du SW vers le NE, ce qui confirme d'ailleurs l'hypothèse émise par divers auteurs (P. Lemoine, 1911, J. Bourcart et R. Soyer 1945).

Il s'agit maintenant de rechercher quelle est l'origine de ce matériau et dans quelles conditions il s'est déposé.

*Région de Paris.* — La composition minéralogique, malgré sa grande homogénéité, montre certaines différences, dues sans doute à des modifications dans le bassin d'alimentation.

Les Sables d'Auteuil et les arkoses sont très riches en zircon, anatase et rutile, mais pauvres en minéraux de métamorphisme, et relativement en tourmaline. Les feldspaths y sont plus abondants que dans les autres formations.

Les Fausses Glaises ont la même association dominante, mais les minéraux de métamorphisme y sont plus abondants, de même que la tourmaline. L'apparition des Sables supérieurs et de l'Yprésien montre une origine assez différente de celle des formations précédentes. La teneur en minéraux de métamorphisme et en tourmaline y est beaucoup plus élevée. Ce phénomène atteste un changement paléogéographique important. En effet, les chiffres plus élevés de monazite dans les « Sables d'Auteuil » et dans les « Fausses Glaises » supposent une plus grande participation des roches granitiques alors que pour les Sables supérieurs c'est le groupement métamorphique qui l'emporte. Il est probable que le même fleuve débouchait à peu près au même endroit dans le bassin des Sables supérieurs que dans celui du Sparnacien inférieur. L'augmentation des teneurs en minéraux de métamorphisme pourrait être due, soit à un décapage important dans les parties en amont de la couverture secondaire, soit à la capture par le fleuve d'un nouvel affluent drainant une région de schistes cristallins. A ce sujet, A. Vatan avait émis l'hypothèse qu'un courant W-E, longeant les côtes bretonnes apportait le matériau armoricain dans le bassin de sédimentation, s'appuyant sur les teneurs plus élevées en disthène de ses sables yprésiens. Il ne semble pas que cette hypothèse puisse être retenue, attendu que le disthène est aussi abondant dans les Sables d'Auteuil que dans les Sables supérieurs.

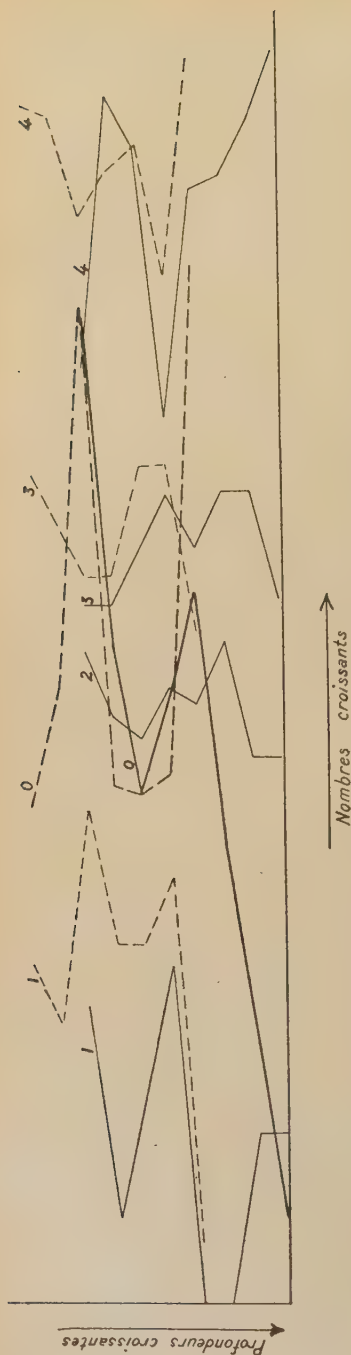


Fig. 5. — Variation de régime dans le bassin sédimentaire sparnacien-yprésien : Saint-Martin; --- Livry; 0 : nombre de grains; 1 : calcaire; 2 : particules fines  $< 0,05$  mm; 3 : glauconie; 4 : calibrage.

**Région orientale.** — L'association minéralogique de la partie orientale du bassin se rapproche de celle des Sables supérieurs de la région de Paris, elle présente cependant quelque différence : *absence de monazite* et teneur relativement élevée en disthène. Le classement des matériaux par grosseur indique un transport du S vers le N. Il paraît possible d'admettre l'existence d'un fleuve se déversant dans cette partie du bassin dont la source doit, peut-être, être cherchée dans la région Morvan-Vosges.

**Limite entre les Sables supérieurs et l'Yprésien.** — L'étude des Sables supérieurs et yprésiens montre une grande homogénéité dans leur composition. Les différences constatées y sont peu importantes : le calcaire semble plus abondant dans l'Yprésien que dans le Sparnacien, la glauconie, au contraire, y est moins abondante : les teneurs en topaze sont plus élevées dans l'Yprésien, par contre le xénotime est moins rare dans le Sparnacien. Mais tous les autres caractères sont communs aux deux étages. Il semble donc possible de dire que les Sables supérieurs et l'Yprésien représentent une suite continue de formations appartenant au même cycle sédimentaire. Toutefois, dans

cette suite de formations, on peut reconnaître des variations de faciès qui sont mises en évidence par les graphiques réunis dans la fig. 5. Sur cette planche ont été groupés, pour Saint-Martin et Livry, les résultats obtenus pour :

le nombre total de grains lourds transparents, les teneurs en calcaire, les teneurs en glauconie, le calibrage des grains, le pourcentage des particules  $< 0,05$  mm.

Le tracé de chacun de ces graphiques a été rigoureusement conservé, mais sans adopter une échelle commune pour leur ensemble. La superposition des deux coupes a été réalisée en faisant coïncider le point représentant le niveau de 111 m de Saint-Martin et de 86,59-87,60 de Livry (niveau moyen des trois niveaux dont les sommes de minéraux lourds transparents sont très voisines). Ces deux niveaux représentent, pour les deux coupes, la base de l'Yprésien.

L'ensemble du dessin ainsi obtenu représente les *variations de régime dans le bassin de sédimentation « Sables supérieurs-Yprésien »*, immédiatement au N de Paris, et le changement de conditions paléogéographiques dans les régions en amont constituant les bassins d'alimentation de ces sables.

Ces variations dues, sans doute, à des causes diverses peuvent, semble-t-il, correspondre à un mouvement de va-et-vient de la mer dans le bassin de sédimentation ; les minima de la courbe, nombre de grains, traduiraient alors la prédominance de l'action des courants marins sur celle des eaux continentales et les maxima le phénomène inverse.

L'histoire de la partie du bassin représentée par ces deux sondages serait succinctement la suivante :

I. A la base régime plus nettement marin, apport fluviatile réduit, période pendant laquelle les phénomènes d'oscillation correspondent à un minimum d'érosion, donc d'apport, bon triage des sables par les courants marins, eau claire, milieu peu favorable au développement des organismes calcaires.

II. Puis augmentation progressive de l'apport fluviatile, milieu plus favorable à la formation de la glauconie et au développement des organismes calcaires, eau trouble, moins bon calibrage.

III. Vers le maximum de la prédominance des eaux continentales, apport fluviatile important, mauvais calibrage, clarification de l'eau, milieu peu favorable à la formation de la glauconie, organismes calcaires assez abondants.

IV. Reprise de l'action marine, diminution du débit solide fluviatile, triage des matériaux meubles par les courants, très bon calibrage. Le développement des organismes calcaires atteint

son maximum, puis diminue. Eau trouble, milieu favorable à la formation de la glauconie, puis clarification de l'eau et diminution de la glauconie.

V. Deuxième recul de la mer, puis troisième avancée accompagnée des mêmes phénomènes que précédemment.

Ainsi cette coupe comprendrait trois avancées et deux reculs de la mer, dus, sans doute, aux mouvements oscillatoires du niveau de la mer et du continent.

Il est bien évident qu'on ne peut trouver dans cette suite de formations une limite entre l'Yprésien et les Sables supérieurs, attendu qu'il n'y a aucune raison pour la placer au minimum moyen du graphique plutôt qu'à l'un ou l'autre des trois minima.

Les résultats obtenus dans cette étude permettent plutôt de situer cette limite au niveau des Fausses Glaises, le Sparnacien serait alors plus réduit et l'Yprésien engloberait les Sables supérieurs.

#### BIBLIOGRAPHIE

1943. BOURCART (J.) et SOYER (R.). — La terminaison de l'axe de Vigny et la tectonique du méandre d'Achères. *B. S. G. F.* (5), XV, 1943, p. 127-140.
1943. BRAJNIKOV (B.) et DUPLAIX (S.). — Quelques données et problèmes de lithologie sédimentaire dans le Bassin parisien. *Ibid.* (5), XIII, 1943, p. 477-492.
1943. BRAJNIKOV (C.), FRANCIS-BOEUF (Cl.) et ROMANOVSKI (V.). — Techniques d'études des sédiments et des eaux qui leur sont associées. Actualités Scientifiques et Industrielles, n° 952, Hermann et Cie, Paris, 1943.
1891. CAYEUX (L.). — Composition minéralogique des sables glauconieux landéniens du N de la France. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XIX, p. 264, 1891.
1946. DUPLAIX (S.). — Contribution pétrologique à la classification des limons d'Oissel. *B. S. G. F.* (5), XVI, 1946, p. 597-604.
1948. DUPLAIX (S.). — Détermination microscopique des minéraux des sables. Béranger, Paris, 1948.
1911. LEMOINE (P.). — Géologie du Bassin de Paris, 1911, Paris, p. 212.
1938. SINDOVSKI (K. H.). — Sediment-petrographische Methoden zur Untersuchung sandiger Sedimente. *Geol. Rundschau*, v. 29, 1938, p. 196.
1947. SOYER (R.). — La Géologie de Paris. Congrès des Naturalistes parisiens 1943, paru 1947.
1937. VATAN (A.). — Étude minéralogique comparée des sédiments arénacés du Bassin de Paris. *CR. Ac. Sc.*, t. 205, 1937, p. 70.
1938. VATAN (A.). — Étude pétrographique des sédiments arénacés du Crétacé inférieur dans le Bassin de Paris méridional. *B. S. G. F.* (5), VIII, 1938, p. 161.

## LES FAILLES DU NORD DE LA HAUTE-MARNE

PAR **V. Stchépinsky**<sup>1</sup>.

### GÉNÉRALITÉS.

La Haute-Marne se trouve sur la bordure orientale du Bassin de Paris. Depuis plus d'un siècle de très nombreux travaux ont été consacrés à cette région (depuis J. Cornuel jusqu'à M. G. Corroy et M<sup>lle</sup> S. Gillet), car le département de la Haute-Marne offre les possibilités d'une étude détaillée et complète des terrains secondaires, depuis le Trias jusqu'à l'Albien, aux points de vue stratigraphique, paléontologique et paléogéographique. La stratigraphie et la paléontologie avaient été étudiées très en détail déjà au milieu du siècle dernier (avec quelques déductions sur les changements de faciès). La thèse relativement récente (1924) de M<sup>lle</sup> Gillet contient une étude paléobiogéographique du Néocomien. Les données sur la paléogéographie se trouvent également dans les publications de M. G. Corroy. Les beaux fossiles trouvés dans la région ont permis à Cornuel et à Tombeck, de constituer deux collections devenues classiques (conservées respectivement à Saint-Dizier et à Paris). D'Orbigny avait utilisé les types provenant de la Haute-Marne pour sa « Paléontologie Française ». K. A. von Zittel avait figuré certains exemplaires de notre région dans son traité fondamental sur la Paléontologie. Enfin, les sédiments ferrugineux appartenant aux divers étages depuis le Lias jusqu'au Barrmien (faciès variés) plaçaient la Haute-Marne au premier rang parmi les départements producteurs de fer au siècle dernier. L'histoire géologique de leur formation présente un grand intérêt scientifique.

L'étude des faciès successifs a permis de reconnaître les transgressions et régressions marines dues aux oscillations épirogéniques, mais les effets des mouvements tangentiels sont encore très peu étudiés : une telle étude est rendue difficile dans cette région, car les plis hercyniens ne sont pas visibles en surface, tandis que les ondulations secondaires plus récentes (plis de couverture) secondaires et tertiaires sont souvent très peu accusées.

1. Note présentée à la séance du 22 novembre 1948.

Par contre, les nombreuses failles que l'on peut y observer sont très nettes et présentent un objet de recherches fort intéressant. Mais les travaux effectués dans ce domaine sont extrêmement rares, peu détaillés et souvent contradictoires. En effet, en comparant les cartes géologiques qui se rapportent à la Haute-Marne, depuis celle de Royer et Barotte (1859-1863 avec la notice explicative 1865) jusqu'à la plus récente (Carte géologique au 80.000<sup>e</sup>, en particulier : feuille n° 68 de Wassy, 2<sup>e</sup> éd. 1930) on constate que les tracés des failles et l'âge des terrains affectés diffèrent beaucoup et que ce n'est pas toujours la carte récente qui est la plus juste. Je peux citer à titre d'exemple, la grande faille double de Gondrecourt qui correspond tout le long à un « Graben » marqué par les affleurements portlandiens en contact anormal avec du Kimméridgien. Sur la feuille de Wassy le calcaire portlandien déjà figuré sur la carte de 1863 a été remplacé par celui du Kimméridgien inf. en contact latéral (à l'extérieur des failles) avec du Kimméridgien sup. Le « Graben » est devenu un « Horst ». Sur la même feuille on voit la faille occidentale de la grande double faille de la Marne abandonner la falaise portlandienne pour traverser la colline du Bois Sottier près de Nancy qui doit sa forme régulièrement arrondie au fait qu'elle est constituée uniquement par des sables valanginiens. Mais, d'un autre côté, Royer et Barotte n'ont pas su relier les différents tronçons de cette grande faille et pensaient, en particulier, qu'au S de Nancy la faille pouvait se prolonger vers Poissons et Thonnanceles-Moulins.

Toutes ces divergences montrent simplement que les études effectuées sur le terrain sont insuffisantes. Ceci m'a suggéré l'idée de présenter mes propres observations en rapport avec les recherches méthodiques menées en 1947-48 dans la partie N du département (feuilles de Wassy et de Nancy et bord septentrional de celle de Chaumont). Dans une modeste mesure le présent article concernant les failles contribuera à la mise au point des problèmes des mouvements tectoniques dans l'E du Bassin de Paris. En 1930, Paul Lemoine écrivait<sup>1</sup> : « Les plis de l'E sont beaucoup plus mal connus » (p. 486) ; « il existe dans le Bassin de Paris, un certain nombre de failles quasi-méridiennes, qui doivent attirer l'attention et qui malheureusement sont très mal connues » (p. 488) ; « je pense que leur étude détaillée nous réserve beaucoup de surprises » (p. 490).

1. P. LEMOINE. Considérations sur la structure d'ensemble du Bassin de Paris in *Livre Jubilaire. Centenaire de la S. G. F.*, t. II, p. 481-498, pl. XLIX et L. Paris, 1930.

## DESCRIPTION DES FAILLES.

S'il est aisé de suivre les failles, dans ma région, quand elles mettent en contact les terrains crétacés avec ceux du Jurassique supérieur, il n'en est pas de même dans les zones essentiellement jurassiques développées dans l'E. Dans les champs les calcaires du Portlandien sup., du Portlandien inf., du Kimméridgien sup. et du Kimméridgien inf., peuvent être confondus. Dans les beaux affleurements la distinction est nette, mais les cailloux des calcaires *marneux* des quatre sous-étages se ressemblent et les fossiles sont souvent communs. Pratiquement le Portlandien sup. est caractérisé par la nature hétérogène du calcaire et sa couleur gris verdâtre, tandis que le calcaire du Portlandien inf. est clair et uniforme ; le Kimméridgien sup. se distingue par l'abondance d'*Exogyra virgula* ; enfin, le calcaire du Kimméridgien inf. est toujours relativement dur et jaunâtre ; en général, le Kimméridgien est partout très riche en fossiles, tandis que les gîtes fossilifères du Portlandien sont plus rares.

Les failles de la région étudiée affectent tous les terrains qui y affleurent depuis le Séquanien jusqu'à l'Albien sup., mais, à part une exception (faille de Mertrud), elles se rencontrent seulement dans la vallée de la Marne et à l'E de cette dernière : double faille de la Marne ; double faille de la gare de Thonnance-les-Moulins ; double faille de Thonnance-les-Moulins ; faille de Brouthières ; double faille de Gondrecourt.

**Faille de Mertrud.** — Cette faille est située à 10-11 km au SSW de Wassy.

Elle est orientée NNW-SSE sur une longueur de 2,5 km. Les terrains soulevés au NNE de la fracture commencent par le Portlandien inf. mis en contact avec du Valanginien au SSW. Le deuxième affleurement du Portlandien inf. et sup., figuré sur la feuille de Wassy (1930) au S du village de Mertrud, n'existe pas ; c'est de l'Hauterivien très fossilifère, comme d'habitude. Il est bien visible sur le chemin de Mertrud à Dommartin-le-Saint-Père et sur celui qui va du village vers le S par le fond de la petite vallée où il est traversé par la faille (entre les deux chemins).

**Double faille de la Marne.** — Cette grande fracture, qui se prolonge sur plus de 50 km, commence sur la feuille de Bar-le-Duc près de Sermaize-les-Bains, traverse toute la feuille de Wassy du N au S et se termine sur la feuille de Chaumont près de Flammerécourt. Dans son ensemble c'est une ligne brisée convexe vers l'E.

Son tronçon NW-SE touche la limite septentrionale de la Haute-

Marne sur la route de Saint-Dizier à Bar-le-Duc, à 2 km au NE de Chancenay (l'Albien et l'Aptien effondrés entre deux affleurements du Portlandien, sur une largeur d'1 km). Un peu au N de la route de Saint-Dizier à Ancerville, elle tourne vers le SSE et se prolonge ainsi en ligne droite en suivant le pied de la falaise formée par du Portlandien à l'W et entre dans la Haute-Marne à 450 m au N de la route de Chamouilley à Nancy (écartement entre les deux fractures : 800 m). D'après la carte géologique de 1930 cette direction se poursuit sur près de 4 km. En réalité, à 200 m au S de la route indiquée ci-dessus la fracture occidentale prend la direction S sur une longueur de 3 km. Par contre, la fracture orientale suit toujours la direction SSE et l'écartement atteint ainsi 1,2 km au S du Bois Sottier. Déjà l'examen de la carte topographique permet de supposer cette modification d'orientation, car la faille occidentale ne peut recouper la colline du Bois Sottier en mettant en contact les calcaires très durs du Portlandien inf. avec les sables ferrugineux valanginiens sans provoquer un changement de relief après l'érosion. La fracture change de direction avec la falaise portlandienne suivie par la route de Fontaines. L'étude de la région m'a permis de constater que toute la colline en question (compartiment effondré) est formée par les sables argileux valanginiens et que la faille passe au pied de la falaise à une cinquantaine de mètres, par ex. à l'E du carrefour en forme de T de la route de Fontaines et de celle de Bienville.

Un peu plus au S, dans la région du château de Ruetz, le Portlandien sup. n'existe pas. Le terrain le plus ancien du compartiment effondré (fond de la dépression topographique) est formé par du Valanginien sableux. A 1,2 km au NNW du château, la faille occidentale et la falaise (ainsi que la route) changent de direction en suivant la nouvelle orientation qui est SSE, la fracture W traverse la Marne en face de Fontaines. Sur la rive droite on voit nettement, au même niveau (chemin de la vallée de Fontaines à Bayard), le Portlandien inf. en contact avec du Portlandien sup. La fracture orientale prend cette même direction à partir d'un point situé à 1 km au NNW de Fontaines (écartement 500 m) et se poursuit jusqu'à la route de Chevillon où on perd sa trace, certainement parce qu'à partir de ce point elle doit changer de direction et traverser la Marne, mais aussi son rejet diminue sensiblement. Sa dernière partie sur la rive droite traverse un bois difficilement accessible (au S de Sommeville), mais j'ai pu y observer, sur le versant W, la répétition du J<sup>7</sup> séparé par du J<sup>6</sup> et constater ainsi que le tracé de la faille est juste sur la carte géologique. Il en est de même en ce qui concerne les deux fractures après leur passage sur la rive gauche entre Sommeville (fracture occidentale) et Joinville. Cependant, il y a lieu de modifier l'âge des terrains entre Breuil et Chatunrupt. C'est le Portlandien inf. qui longe sans interruption le côté W de la fracture occidentale. D'autre part l'unique affleurement C<sub>v</sub> du compartiment effondré est divisé, en réalité, en deux par un affleurement J<sup>7</sup> orienté EW. Par tronçons successifs la fracture occidentale, dirigée NS jusqu'à Breuil, s'infléchit vers l'E pour atteindre Joinville avec une orientation SSE. La fracture orientale

n'est visible qu'entre Breuil et un carrefour de la route de Chaumont situé à 1,3 km au S de Chatunrupt (largeur du compartiment effondré : 600 m). Après sa traversée de la Marne elle réapparaît depuis l'église de Breuil avec une direction NS sur 700 m, puis se dirige vers le SSE. Au S de Chatunrupt elle se perd de nouveau en retraversant la Marne. On peut cependant admettre qu'elle prend la direction SE

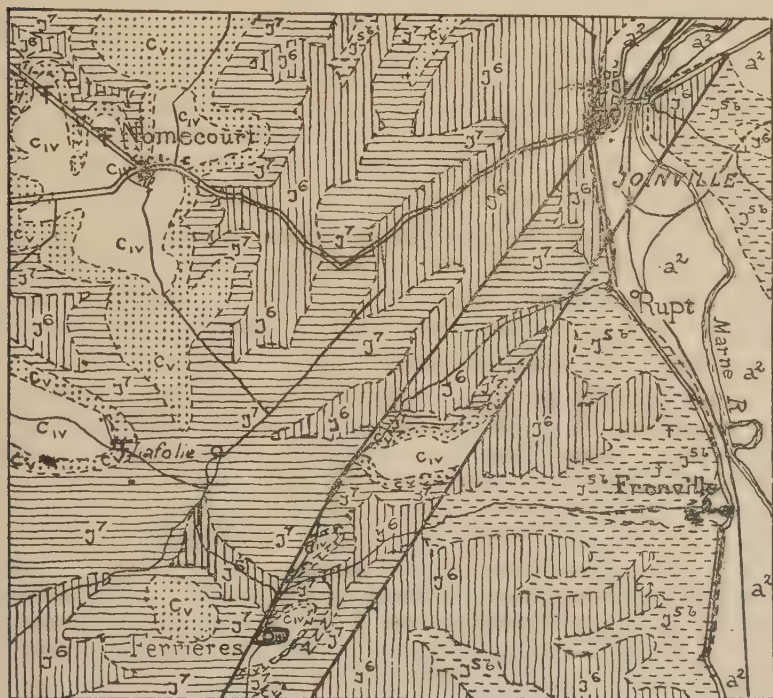


FIG. 1. — Carte géologique de la région située au SW de Joinville.

a<sup>2</sup> : alluvions modernes ; c<sup>III</sup> : Barrémien inf. ; c<sup>IV</sup> : Hauterivien ; c<sup>V</sup> : Valanginien ; J<sup>7</sup> : Portlandien sup. ; J<sup>6</sup> : Portlandien inf. ; J<sup>5b</sup> : Kimméridgien sup. ; Echelle 1 : 80.000.

pour réapparaître sur la rive droite, en face de Joinville-Vecqueville, mais déjà avec une nouvelle direction SW. Malheureusement il est impossible de retrouver sa trace dans la large vallée de la Marne et la situation du point de rebroussement reste inconnue. En tout cas elle n'est plus parallèle à la fracture occidentale et s'en écarte d'environ 2 km. Le coude formé par la vallée de la Marne laisse supposer son orientation NW-SE entre Vecqueville et Bussy.

A partir de Joinville les deux fractures suivent ensemble une orientation presque orthogonale et se dirigent vers le SW. La fracture orientale est en ligne droite comme l'indique aussi la carte géologique de 1930. Celle de l'W est à peu près rectiligne, elle aussi, sauf un angle

à peine sensible, situé entre Lafolie et Fronville, où l'écartement entre les deux fractures passe de 800 m à 1 km. Comme je l'ai expliqué dans ma note du 21 juin 1948<sup>1</sup>, le tracé de cette faille sur la carte géologique (ligne brisée en 3 tronçons), n'est pas exact; au N de Ferrières (limite S de la feuille de Wassy) elle passe par le croisement des routes et longe ensuite la limite W du village. Au carrefour, au lieu de l'Hauterivien, c'est du Portlandien (inférieur et supérieur, séparés par la faille). Tous les détails étant donnés dans la note indiquée, il ne me reste qu'à y joindre la carte géologique.

D'après la feuille de Chaumont, les deux failles se terminent à 5 km au SW de la limite des feuilles près de Flammerécourt, mais je n'ai pas encore étudié cette région. Je peux seulement noter qu'à l'W de la fracture occidentale, la feuille de Wassy indique J<sup>7</sup> tandis que celle de Chaumont indique du J<sup>6</sup>. D'après mes observations, il s'agit du J<sup>7</sup>.

**Double faille de la gare de Thonnance-les-Moulins.** — D'après la feuille de Wassy, une faille NNW-SSE traverse la route de Thonnance-les-Moulins (coin SE de la feuille), à la hauteur de la ferme de La Motte, et recoupe ensuite le chemin entre la station et le village. Elle affecte les deux termes du Kimméridgien.

Mes observations m'ont permis de constater que la faille est orientée exactement NW-SE, qu'elle recoupe la route nationale entre les bornes 10,7 km et 10,8 km, à 700 m à l'W de la ferme de la Motte, et qu'elle passe par la station de chemin de fer où l'on voit les marnes à *Exogyra virgula* à l'entrée de la gare et les calcaires jaunâtres durs extrêmement riches en fossiles variés (avec *Zeilleria humeralis*) dans la tranchée de la gare. Au NW de la route nationale elle recoupe la colline située à l'E de Noncourt et affecte le Portlandien inf. Au SE elle se termine au bois de Thonnance, au point même du commencement d'une deuxième faille non figurée sur la carte géologique. Cette deuxième fracture orientée NNW-SSE forme un angle aigu avec la première et traverse la route nationale entre la ferme de La Motte et le village. Entre les deux fractures le compartiment effondré est formé en surface par les terrains marneux et marno-calcaires du Kimméridgien sup. en contact, de chaque côté, avec du Kimméridgien inf. placé topographiquement plus haut. La carte géologique de 1930 indique entre le village et la gare (de l'E vers l'W) *en descendant* : le Séquanien, le Kimméridgien inf. et le Kimméridgien sup. *en succession normale*. En réalité, à la place du Séquanien c'est du Kimméridgien inf. séparé du Kimméridgien sup. du fond du ravin par la fracture occidentale.

**Double faille de Thonnance-les-Moulins.** — Cette fois il s'agit d'un compartiment exhaussé entre deux fractures presque parallèles et orientées N 65° E. La largeur du compartiment est d'environ 400 m.

1. V. STCHÉPINSKY. Sur la géologie de la région de Joinville (Haute-Marne). *C. R. somm. S. G. F.*, 21 juin 1948, p. 257-259.

Les failles commencent à la sortie E du village (au viaduc). La faille située au SE peut être observée sur une distance de 4 km, jusqu'au plateau situé à l'W de Bressancourt; elle sépare les marnes du Kimméridgien sup. qui affleurent à l'extérieur et les calcaires à *Pictonia cymodoce* formant le compartiment soulevé. La faille NW n'est visible que sur 2,5 km, tant que l'on peut observer les marno-calcaires du Kim-

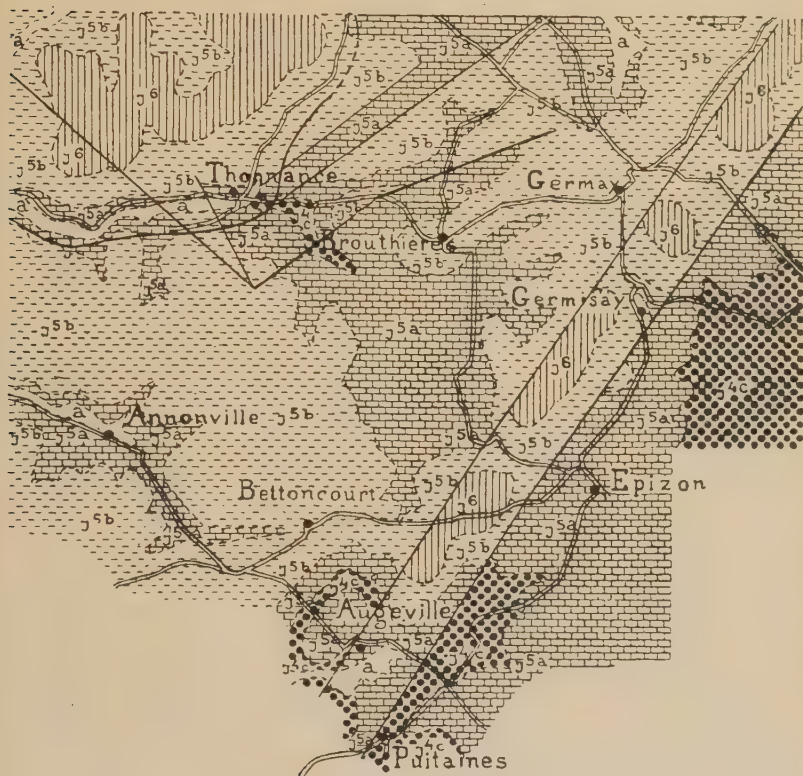


FIG. 2. — Carte géologique  
de la région de Thonnance-les-Moulins — Germa — Pautaines<sup>1</sup>.

a : alluvions modernes; J<sup>6</sup> : Portlandien inf.; J<sup>5b</sup> : Kimméridgien sup.; J<sup>5a</sup> : Kimméridgien inf.; J<sup>4c</sup> : Séquanien sup.; Echelle 1 : 80.000.

méridgien sup. situés au NW; plus loin le plateau est formé uniquement par du Kimméridgien inf. Les principales modifications à noter sont : le prolongement de la faille située au SE et l'existence d'un grand affleurement du Kimméridgien sup. au SE de cette faille sur le

1. Par suite d'une erreur ce dernier village est figuré sous le nom de Puitaines sur ma carte.

plateau (qui s'étend entre Germai et Echenay) représenté sur la carte géologique entièrement sous le signe du Kimméridgien inf. En réalité, c'est la zone marneuse du J<sup>5b</sup> bien caractérisée par une immense quantité d'*Exogyra virgula* de grande taille et par *Aspidoceras orthocera* que l'on peut facilement trouver au bord de la route de Soulaincourt à Germai, à 1 km de ce dernier.

**Faïlle de Brouthières.** — Cette faille commence aussi dans la région de Thonnance-les-Moulins, au bois de Thonnance (peut-être au point même de la jonction des deux fractures de la gare de Thonnance). Depuis ce point jusqu'au grand tournant de la route nationale au NW de Brouthières, elle suit la direction NE parallèlement aux failles de Thonnance-les-Moulins. C'est son côté SE formé par les calcaires du Kimméridgien inf. qui est soulevé.

Au NW, en contre-bas, un affleurement marneux du Kimméridgien sup. permet de préciser le tracé de la faille qui traverse la route nationale exactement au commencement W du grand tournant mentionné ci-dessous (et non pas au milieu de ce dernier). Aussitôt après, la faille change de direction et se dirige vers l'ENE en traversant la route de Brouthières qui aboutit à celle de Soulaincourt à Germai. Ce tronçon, qui ne figure pas sur la carte géologique de 1930, passe par le point le plus bas de la route, à 800 m au N de Brouthières, en mettant en contact les deux termes du Kimméridgien à l'E de ce point. Plus à l'E on perd les traces de la faille dans les calcaires (niveau à *A. caletanus*) du Kimméridgien sup. qui recouvrent les marnes à *Exogyra virgula* de grande taille et à *Aspidoceras orthocera* (Kimm. moy.) visible à l'W de la route de Soulaincourt à Germai<sup>1</sup>.

**Double faille de Gondrecourt.** — La majeure partie (quelques dizaines de kilomètres) de cette double faille est située sur la feuille de Nancy. Le compartiment limité par les deux fractures est effondré. L'orientation générale est N 40° E. Dans le département de la Meuse les deux fractures se rapprochent insensiblement en allant vers le SW (écartement à Gondrecourt 1,7 km). A la limite orientale de la Haute-Marne elles sont distantes de 1,4 km. Plus au SW l'écartement se réduit rapidement et à Lézéville il ne mesure plus que 800 m (après un décrochement). A partir de ce village et jusqu'à celui de Pautaines (feuille de Chaumont) les deux fractures restent absolument parallèles sur une distance de 10 km.

Le compartiment effondré est représenté en surface par des affleurements de Portlandien inf. entourés de Kimméridgien inf. A l'extrémité SW, entre Augeville et Pautaines (feuille de Chaumont), il est

1. La récente découverte d'un petit pointement de calcaire oolithique séquanien J<sup>4c</sup>, dans le lit de la Saulx, à 1 km au N de Germai, m'a permis de prolonger la faille jusqu'à ce point.

formé par du Kimméridgien inf. en contact anormal, des deux côtés, avec du Séquanien sup.

Sur les 3 feuilles de la carte géologique (Nancy, Wassy et Chaumont) le raccord n'a pas été fait. Sur la feuille de Nancy les deux fractures arrivent à la limite W de la feuille avec un écartement de 1,3 km et reprennent sur la feuille de Wassy avec un écartement de 0,6 km et, d'autre part, le Portlandien inf., qui figure encore au NE, est remplacé par du Kimméridgien inf. au SW, transformant ainsi le compartiment effondré en un compartiment soulevé, contrairement à la réalité, car le calcaire qui forme la crête au SW de Germisay appartient au Portlandien inf. comme cela avait déjà été constaté par Royer et Barotte<sup>1</sup> et non pas au Kimméridgien inf. A la limite S de la feuille de Wassy la Carte géologique indique toujours un écartement de 0,6 km entre les deux fractures, tandis qu'à limite N de la feuille de Chaumont les 2 fractures sont à 1 km l'une de l'autre (au lieu de 0,8 km). En général, tout le coin SE de la feuille de Wassy doit être modifié. Le compartiment effondré est en réalité représenté par du Kimméridgien sup. avec deux affleurements de Portlandien inf. et un petit affleurement de Kimméridgien inf. à Germisay. La fracture située au SE le met en contact avec du Kimméridgien inf. et celle du NW le sépare du Kimméridgien sup. mis en contact rectiligne avec du Portlandien inf. D'autre part, la grande région qui s'étend au N de Germay, près de la limite E de la feuille de Wassy, n'est pas uniquement formée par du Kimméridgien inf., mais aussi par du Kimméridgien sup. avec la zone marneuse à *Aspidoceras orthocera*.

#### CONCLUSIONS.

La description que je viens de faire comprend toutes les failles de la région. Les tracés marqués sur les cartes antérieures doivent être sensiblement modifiés ; une faille nouvelle doit être ajoutée.

Dans leur ensemble les failles de la région étudiée se placent au delà des auréoles albienne, aptienne et barrémienne, mais il ne faut en tirer aucune conclusion : au N et au S les cassures affectent les zones formées par ces terrains et dans notre région la faille de la Marne recoupe l'Albien sup.

De même il serait inexact de chercher un rapport entre les failles et les gisements de fer comme l'a fait Chancourtois<sup>2</sup>. On peut seulement remarquer que le fer d'origine valanginiennne s'est déposé dans des fractures et cavités du Portlandien jusqu'à une assez faible profondeur ; ces accidents ont été déterminés par l'érosion qui a eu lieu entre le Jurassique et le Crétacé, mais

1. Carte géologique du département de la Haute-Marne, 1859-1863.

2. CHANCOURTOIS. Lettre à M. Élie DE BEAUMONT sur la distribution du minéral de fer dans le département de la Haute-Marne. CR. Ac. Sc., 10 sept. 1860, p. 61-64. Paris, 1860.

les failles ont pu provoquer aussi la naissance de fissures.

En résumant les différentes orientations des failles décrites on obtient les résultats suivants : Mertrud : NNW-SSE ; la Marne : NW-SE, NNW-SSE, N-S, NNW-SSE, N-S, NNW-SSE, NE-SW ; gare de Thonnance : NW-SE et NNW-SSE ; Thonnance : WSW-ENE ; Brouthières : SW-NE, WSW-ENE ; Gondrecourt : SW-NE. Elles sont donc comprises dans un angle droit limité par les directions NW et NE. Exception faite de l'orientation N-S propre seulement à la double faille de la Marne, ce sont là les directions armoricaines et varisques. La grande faille de Gondrecourt et celles situées dans le coin E de la région possèdent nettement l'orientation varisque. Plus à l'W la double faille de la gare de Thonnance est orientée NNW et NW. Mais c'est la grande double faille de la Marne qui présente le plus d'intérêt. Paul Lemoine la cite parmi les failles subméridiennes (*l. c.*, p. 388, la faille de Fontaine et Sermaize) en notant qu'« elle n'avait fait l'objet d'aucune publication » et qu'« elle coïncide, d'après M. Corroy, avec une zone d'ennoyage des plis de couverture ». On retrouve cette dernière phrase dans la légende de la feuille de Wassy. Quant aux publications antérieures, Royer et Barotte (*l. c.*, p. 74) en ont décrit quelques tronçons en 1865 (sans les avoir reliés ensemble). En ligne brisée, convexe vers l'E cette faille est orientée, dans son ensemble, NS comme certains de ses tronçons. Par ce fait elle se distingue des autres failles. En parlant des failles subméridiennes en général, P. Lemoine (*l. c.*, p. 490) exprime l'idée suivante : « Toutes ces failles me paraissent liées à des lignes de Schaarung, suivant lesquelles les plis armoricains changent de directions. Ce sont les failles suivant lesquelles le Bassin de Paris a joué dans le sens E-W, au cours des temps post-hercyniens ». On peut parfaitement admettre ces idées, car c'est sur cette bande NS que se produit le changement des directions tectoniques en Haute-Marne.

En revenant vers les failles de Thonnance et de Brouthières, notons qu'elles partent en éventail d'un point situé au S du premier de ces villages. D'après les observations de surface, on peut seulement remarquer que près de ce point se trouve l'unique affleurement séquanien de toute la feuille de Wassy et que l'ensemble de ce champ de fractures se trouve entre les deux grandes failles, sur une ligne transversale où ces failles se rapprochent le plus et à partir de laquelle (Joinville) la double faille de la Marne prend brusquement la direction SW (varisque) et devient parallèle à la double faille de Gondrecourt. Tout cela indique une rigidité de la zone intermédiaire en question.

# MOUVEMENTS TECTONIQUES JEUNES EN ANATOLIE

PAR **E. Lahn**<sup>1</sup>.

Les publications d'ordre géotectonique mentionnent souvent la différence existant entre l'Europe et l'Asie par rapport aux mouvements tectoniques jeunes, éteints plus tôt dans le premier de ces continents. La presqu'île de l'Asie Mineure entourée sur trois côtés de dépressions tectoniques, ayant reçu leur configuration actuelle en des temps assez récents seulement, est extrê-

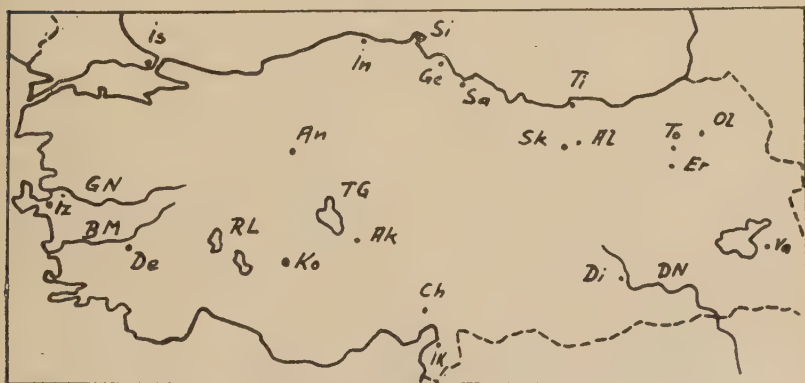


FIG. 1. — Localités mentionnées dans le texte.

Ak : Aksaray ; Al : Alucra ; An : Ankara ; BM : Büyük Menderes, Ch : Ceyhan ; De : Denizli ; Di : Diyarbakir ; DN : Dicle Nehri ; Er : Erzurum ; Ge : mGerze ; GN : Gediz Nehri ; Ik : Iskenderun ; In : Inebolu ; Is : Istanbul ; Iz : Izmir (Smyrne) ; Ko : Konya ; Ol : Oltu ; RL : Région des lacs du Toros Occidental ; Sa : Samsun ; Si : Sinop ; Sk : Şebinkarahisar ; TG : Tuz Gölü ; Ti : Tirebolu ; To : Tortum ; Va : Van.

mement riche en mouvements cratogéniques jeunes formant un véritable réseau d'accidents tectoniques recouvrant la surface du pays.

L'auteur de la présente note a eu l'occasion, au cours de ses missions en Turquie, d'étudier de nombreux indices confirmant la présence de mouvements tectoniques « jeunes », c'est-à-dire post-néogènes dont voici les plus intéressants.

1. Note présentée à la séance du 8 novembre 1948.

*Région des fleuves Büyük Menderes et Gediz (Anatolie occidentale).* — Les dépôts continentaux-lacustres néogènes de la région du B. Menderes-Gediz, attribués en général au Miocène, forment une pénéplaine située à une altitude de 750-800 m au-dessus de la mer. Les grands fossés tectoniques du B. Menderes et du Gediz, axés E-W, sont intercalés dans cette pénéplaine et représentent des secteurs abaissés de cette dernière; notons aussi que cet affaissement a eu lieu parfois le long de grandes failles, mais parfois aussi sous forme d'un simple « bombement négatif » sans fractures.

Des sondages artésiens, exécutés récemment dans le fossé du B. Menderes en aval de Denizli, ont montré l'existence de failles post-néogènes d'un rejet vertical d'au moins 100 m séparant le Néogène (formant les flancs du fossé) des dépôts quaternaires (ou alluvions anciennes?) constituant le sous-sol de la plaine actuelle. Il faut donc distinguer deux phases de mouvement dans ces fossés : 1) formation de grands fossés après la sédimentation des terrains miocènes; 2) affaissement des dépressions secondaires longitudinales encaissées dans les fossés et correspondant aux plaines actuelles.

La déformation des terrasses accompagnant les flancs de ces fossés a été déjà signalée par A. Philippson [4]. En aval de Denizli, par exemple, on peut distinguer, au flanc S du fossé du B. Menderes, au moins deux niveaux de terrasses morcelées, dont les secteurs se trouvent actuellement à des niveaux assez différents. Tous les accidents tectoniques signalés ci-dessus sont en relation avec l'affaissement de la région égéenne survenu, comme on le sait, vers la fin du Pliocène (voir, par ex., A. Desio [1]). De nombreuses sources thermales jalonnent ces failles récentes, dont l'activité sismique est, d'ailleurs, assez prononcée.

*Bassins de Konya, du Tuz Gölü et d'Akşehir (Anatolie centrale).* — Le Tuz Gölü actuel est enserré, avec son vaste glacis alluvial<sup>1</sup>, dans le grand plateau de l'Anatolie centrale constitué par des calcaires d'eau douce néogènes. L'origine tectonique de la cuvette du Tuz Gölü devient nette surtout à son bord S, où une faille d'une longueur de quelque 40 km, bien visible sur le terrain où elle provoque un escarpement, sépare le Néogène des dépôts alluviaux (quaternaires?) du bassin du Tuz Gölü.

La même situation se présente dans le grand bassin de Konya voisin : les calcaires lacustres néogènes développés ici, surtout

1. Il se peut que des terrains quaternaires, pétrographiquement identiques aux terrains alluviaux, soient compris également dans les dépôts entourant le lac.

dans les secteurs marginaux du bassin, sont séparés par des nombreuses dislocations des dépôts fossilifères (sables et argiles) d'un grand lac quaternaire. Un sondage exécuté dans la ville de Konya, non loin du bord du Néogène, a permis de chiffrer à plus de 400 m le rejet vertical d'une de ces failles.

Les dépôts lacustres quaternaires du bassin d'Akşehir butent également le long d'une faille s'exprimant sur le terrain par une longue corniche, contre les calcaires lacustres néogènes,

On peut donc constater, dans ces trois bassins, l'existence des

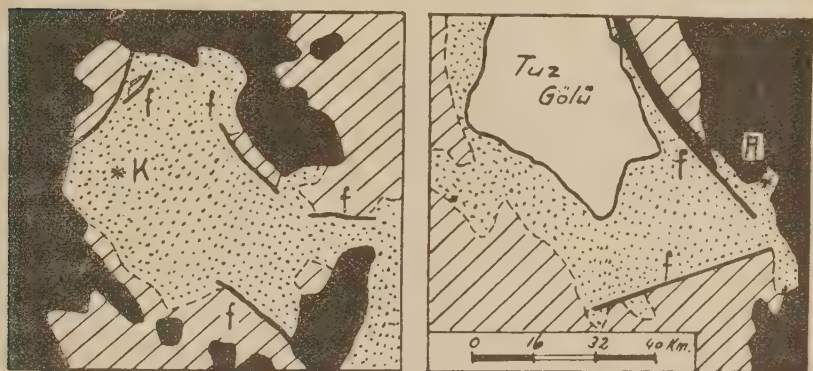


FIG. 2. — A gauche : partie W du bassin de Konya (sans échelle).

A droite : partie S du bassin du Tuz Gölü.

Noir : terrains pré-néogènes et roches volcaniques ; hachures : Néogène lacustre ; pointillé : Quaternaire et Alluvions.

cuvettes récentes remplies de dépôts alluviaux-quaternaires (occupées, en partie, par des lacs actuels) et séparées des terrains néogènes par des failles parfois assez importantes.

Des observations encore incomplètes ont confirmé la présence de phénomènes semblables dans la région de lacs du *Toros occidental*. Une faille affectant le Néogène supérieur forme le rivage E du lac de Beyşehir ; des restes de terrasses morcelées sont dispersés à travers la région s'étendant entre les lacs de Beyşehir et d'Eğirdir et des vestiges de vallées anciennes (thalwegs et cailloutis) s'élèvent jusqu'à une altitude de 300 m au-dessus du niveau des lacs actuels. Ces vallées, ayant relié auparavant les lacs de la région, ont été déchirées plus tard, lorsque des mouvements récents supprimèrent les communications antérieurement existantes, transformant ainsi les bassins en des cuvettes fermées [3].

**Bassin d'Adana. — Ceyhan (Anatolie méridionale).** — Un sondage artésien foré dans la ville de Ceyhan, à peu de distance d'une élévation du sous-sol crétacé du bassin, a permis de faire la constatation surprenante de l'existence d'une série argileuse, qui ne se distingue pas des alluvions actuelles du Ceyhan Nehri et qui doit être attribuée aux alluvions anciennes. Son épaisseur dépasse 200 m. Ainsi, la base de ce remplissage se trouverait à 180-200 m au-dessous du niveau actuel du golfe d'Iskenderun (Alexandrette) voisin. L'existence de failles jeunes, dont le jeu a permis le comblement graduel de ce bassin, est confirmée d'ailleurs par des sources thermales rencontrées par d'autres sondages ainsi que par la distribution des « horsts » du sous-sol indiquant le parcours de ces failles qui se trahissent aussi par leur sismicité.

**Secteurs de Diyarbakir et de Van (Anatolie SE).** — La présence de terrains pliocènes (ou « pléistocènes ») assez ondulés peut être observée dans les tranchées de la ligne ferroviaire longeant le *Dicle Nehri* (Tigre) en aval de Diyarbakir. Des sables à *Dressensia* (Quaternaire ou Pliocène) fortement disloqués, affleurent aux alentours de la ville de Van.

**Anatolie N-E.** — De nombreux indices de mouvements tectoniques jeunes peuvent être décelés dans le NE de l'Anatolie, cette région est traversée par un système de dislocations connues des sismologues sous le nom de « ligne sismique nord-anatolienne ». Voici les plus importants de ces accidents :

Aux bords du fossé d'Oltu (au NE d'Erzurum) parallèle à la ligne mentionnée ci-dessus, un rejet vertical de 1.000 m a été observé. L'effondrement de ce fossé a déchiré un vieux thalweg recouvert de dépôts meubles, d'aspect tout à fait récent et reliant, à une altitude de 2.300-2.400 m environ, les vallées actuelles de Tortum et d'Oltu (altitude moyenne : 1.400 m). Ceci prouve l'âge relativement récent de cet accident tectonique. Des vestiges d'autres cours d'eau anciens (terrasses recouvertes de cailloutis fluviaux) ont été trouvés dans la même région jusqu'à une altitude de 2.500 m au-dessus de la mer.

Pour toute la région située entre le fossé d'Oltu et la Mer Noire, les petites différences entre les cols et les sommets de montagnes sont caractéristiques. La plupart des cols de la chaîne des Kaçkar Dağlari, chaîne principale de cette région (altitude moyenne 3.500 m), se trouvent au-dessus de 3.000 m et cela malgré une pente d'érosion de 3.500 m de hauteur sur une distance horizontale (entre la ligne de partage des eaux et la côte) de

50 km seulement. Ce relief à formes si jeunes et non encore évoluées par l'érosion suffit à montrer l'existence de mouvements récents dans ce secteur [2].

En progressant vers l'W, on trouve des accidents tectoniques analogues dans la vallée du Kelkit Çayı ; entre Suşehri et Şebinkarahisar, on peut mesurer un rejet vertical de 800 m et la vallée d'Alucra voisine montre des terrasses morcelées dont les segments sont maintenant inclinés les uns vers les autres.

**Côte de la Mer Noire.** — La côte de la Mer Noire plus ou moins parallèle à la ligne sismique nord-anatolienne, est également caractérisée par des accidents tectoniques jeunes de toute sorte.

Dans la zone de *Tirebolu*, les différences d'altitude entre les secteurs morcelés de la terrasse la plus développée de la région (terrasse caractérisée toujours par une couverture de galets fins et jaunes) vont jusqu'à 60 m (20-80 m au-dessus de la mer).



FIG. 3. — Croquis de la presqu'île de Sinop (sans échelle).

1 : rebord de terrasse 180 m ; 2 : rebord de terrasse affaissé 130 m.

Aux environs de *Sinop*, la terrasse du Bozburum située à une altitude voisine de 180 m, s'abaisse subitement à 130 (Ince Burun, pointe septentrionale de l'Asie Mineure) le long d'une faille traversant la presqu'île de Sinop. Ici, l'âge relatif de l'accident peut être établi : la terrasse en question est taillée dans les dépôts à faune tchaudienne de la presqu'île de Sinop [5], la formation de la terrasse et son morcellement seraient donc postérieurs à la fin du Pliocène.

Beaucoup de vallées côtières, larges dans leur partie supérieure, s'ouvrent vers la mer par des gorges étroites à pente fortement inclinée indiquant ainsi un changement de niveau par rapport à la mer, obligeant ainsi le cours d'eau à surcreuser le secteur terminal de son lit pour rejoindre son niveau de base. Des vallons plus petits, dont les cours d'eau n'ont pas suffisamment de force pour pouvoir égaliser rapidement la rupture de pente produite par le mouvement tectonique vertical, s'ouvrent aujourd'hui, à la façon de « vallons suspendus », dans la falaise côtière à une altitude de 20 à 40 m au-dessus de la mer, pour se terminer ici par une chute verticale. Cette allure des vallées côtières trahit une élévation assez récente, dont l'âge ne peut pas être déterminé, faute de dépôts fossilifères récents dans cette région. Les « vallons suspendus » sont fréquents surtout dans les zones de *Gerze* (à l'E de Sinop) et d'*Inebolu*.

Dans ce dernier secteur, les bancs du flysch crétacé formant ici la côte, plongent uniformément vers la mer et cela dans une zone d'une longueur de 30 km environ. Ce dispositif, rare dans le flysch toujours irrégulièrement plissé, semble indiquer l'affaissement récent de la côte, survenu avant l'élévation signalée ci-dessus.

Ajoutons encore que la présence de dislocations le long de la côte de la Mer Noire est confirmée aussi par l'existence de nombreuses sources thermales, ainsi que par des centres sismiques locaux.

**Conclusions.** — De nombreux accidents tectoniques du même genre pourraient être ajoutés à la liste présentée ci-dessus. Ces accidents montrent la continuation des mouvements cratogéniques jusqu'aux temps post-néogènes, mouvements qui ne sont d'ailleurs pas encore complètement terminés, comme le prouve l'activité sismique intense du pays. La répartition des centres sismiques, ainsi que la fréquence extraordinaire de sources thermales et d'eaux minéralisées (plus de 3.000) sont en relation étroite avec le réseau de ces dislocations tectoniques récentes.

L'âge exact de ces mouvements est difficile à établir. Les espèces de Mollusques d'eau douce se rencontrant ordinairement à l'état fossile dans les terrains néogènes, pour la plupart lacustres, de l'Anatolie, vivent encore aujourd'hui dans les mêmes parages. Dans les dépôts post-néogènes, des fossiles permettant une répartition stratigraphique détaillée sont rares également et la classification de ces terrains selon des ossements et des industries

préhistoriques resté encore à entreprendre. La classification basée sur les niveaux de terrasses si souvent appliquée en Europe, s'exclut naturellement à cause des déformations récentes. Nous devons donc nous contenter, pour le moment au moins, de classer simplement comme « post-néogènes » la plupart de ces accidents.

Quoique formées longtemps après la fin de la phase orogénique alpine (plissement des chaînes anatoliennes), les dislocations « jeunes » situées dans les plis orogéniques de l'Anatolie (côte de la Mer Noire, Anatolie NE, région de lacs du Toros occidental etc.) sont sensiblement orientées suivant les axes des plis alpins voisins. Ce fait met en relief les relations étroites existant entre les mouvements issus de la phase orogénique et ceux produits par la phase cratogénique.

---

#### BIBLIOGRAPHIE

1. DESIO (A.). — Le isole italiane de l'Egeo. Roma 1931.
  2. LAHN (E.). — Les structures géologiques de la région d'Erzurum. *M. T. A. Mecm.*, 219, 1940, Ankara.
  3. — Contribution à l'étude géomorphologique des lacs du Toros Occidental. *Ibid.*, 2/34, 1945, Ankara.
  4. PHILIPPSON (A.). — Reisen u. Forschungen in Westkleinasien. *Pet. Mitt. Erg. H.*, 1910-1914, Gotha.
  5. — Handbuch d. reg. Geologie, V/2, Kleinasien. 1918, Heidelberg.
-



# ÉTUDE MINÉRALOGIQUE DU MINÉRAI DE FER OOLITHIQUE D'AUBOUÉ, BASSIN DE BRIEY

PAR M<sup>lle</sup> S. Caillère ET F. Kraut <sup>1</sup>.

## PLANCHE XVIII.

L'Institut de Recherches de la Sidérurgie a bien voulu nous confier l'étude de sept échantillons prélevés dans le gîte d'Auboué.

Quel que soit le niveau auquel ils appartiennent, ces minerais possèdent des traits communs qui donnent à l'ensemble une certaine unité minéralogique. Dans tous, les éléments opaques ne jouent qu'un rôle accessoire, aussi l'examen microscopique en lumière transmise et l'analyse thermique différentielle sont les principales méthodes utilisées au cours de cette étude.

**I. Couche rouge.** — Nous avons à Auboué un représentant typique de la couche rouge avec des oolithes ferrugineuses cimentées par une gangue calcaire et des organismes réunissant à la fois ces deux éléments.

En plaque mince, les ovoïdes paraissent homogènes, ils sont dépourvus de noyaux transparents et on voit à peine la structure concentrique de leur zone corticale (fig. 3, pl. XVIII). Cependant l'examen en lumière réfléchie montre qu'elles renferment parfois un noyau de limonite.

À côté des débris de quartz peu nombreux, on observe une multitude de fragments opaques. Nous pensons qu'il s'agit là de fossiles épigénisés par l'hydroxyde de fer. On voit d'ailleurs des organismes constitués soit par la calcite, soit par l'association du carbonate, tantôt avec la stilpnosidérite, tantôt avec la limonite et aussi avec la chlorite. Exceptionnellement, la pyrite intervient dans l'épigénie des organismes. On rencontre, en outre, des débris osseux phosphatés qui agissent parfois nettement sur la lumière polarisée.

Dans la gangue constituée par un agrégat calcaire localement teintée par l'hydroxyde de fer, se développent la pyrite et de fines veicules de limonite.

La seule particularité à remarquer de ce minerai est le nombre restreint des fragments de quartz habituellement très abondants dans les couches rouges.

1. Note présentée à la séance du 6 décembre 1948.

8 juin 1949.

Bull. Soc. Géol. Fr. (5), XVIII. — 34

La courbe thermique comporte une faible inflexion endothermique vers  $150^{\circ}$ , correspondant à la déshydratation de la stilpnosidélite suivie d'un grand crochet vers  $320^{\circ}$  traduisant la présence de la limonite. La chlorite est mise en évidence par un crochet endothermique débutant vers  $500^{\circ}$  et par une inflexion également endothermique à peine indiquée vers  $600^{\circ}$ , suivie d'un crochet exothermique faible vers  $680^{\circ}$ . Enfin, le crochet à  $800^{\circ}$  est dû à la dissociation de la calcite (courbe I, fig. 1).

Remarquons que l'échantillon fait à froid une vive effervescence avec l'acide chlorhydrique. L'intérêt principal de cette courbe est de souligner l'importance de l'hydroxyde de fer cristallisé.

**II. Couche jaune.** — Cette couche est très comparable à celle de l'horizon précédent.

Composées d'hydroxydes de fer, les oolites ont fréquemment un noyau de quartz corrodé par le carbonate de calcium et entouré d'un liseré de chlorite. Elles englobent aussi parfois un débris d'organisme calcaire et ferrugineux et rarement un noyau opaque. Le quartz classique forme des fragments partiellement remplacés par la calcite et on compte un nombre relativement restreint de débris indifférenciés de limonite probablement d'origine organique.

La contribution des organismes est importante. La plupart sont calcaires et montrent des déformations curieuses, dues aux tassements des oolites. Dans d'autres, la calcite s'associe à la limonite ou à la chlorite.

Le ciment est essentiellement calcaire, quelquefois un liseré de chlorite se forme autour des oolites et des fragments. Sur la gangue se détachent, par endroits, des concrétions arrondies dans lesquelles on distingue des cristaux rhomboédriques de sidérose nettement en relief sur la calcite.

L'analyse thermique (courbe II, fig. 1) révèle, par l'ampleur relative des crochets à  $150^{\circ}$  et à  $320^{\circ}$ , un développement important de l'hydroxyde de fer cristallisé par rapport à la stilpnosidélite. L'inflexion à  $500^{\circ}$  correspond essentiellement à la chlorite. Toutefois elle est peut-être due en partie à la sidérose. Cependant, un crochet à  $820^{\circ}$  bien développé indique que le carbonate est presque exclusivement de la calcite. L'examen microscopique et le comportement vis-à-vis de l'acide chlorhydrique permettent de tirer la même conclusion.

**III. Couche grise.** — Alors que par ses ovoïdes ferrugineux la couche grise rappelle les deux niveaux précédents, elle s'en distingue par une gangue chloriteuse.

Quelques oolithes englobent un noyau calcaire dans lequel on reconnaît des résidus de quartz ou un fragment de limonite. On retrouve ces mêmes éléments en dehors des oolithes.

En ce qui concerne leur composition minéralogique, les organismes sont analogues à ceux des couches rouge et jaune. Ils sont calcaires, calcaires et ferrugineux, calcaires et silicatés. En outre des débris d'os apparaissent constitués par un phosphocarbonate de chaux nettement anisotrope (fig. 2, pl. XVIII). Comme partout ailleurs, dans la couche grise un liseré de chlorite entoure les oolithes tandis que le reste des espaces interoolithiques est occupé soit par ce même minéral, soit par la calcite.

La courbe thermique (courbe III, fig. 1) révèle la présence de l'hydroxyde de fer colloïdal et cristallin, de la chlorite et du carbonate de calcium.

**IV. Couche brune.** — Dans ce minéral, caractérisé par l'abondance des fragments de quartz et par une gangue riche en mica, les oolithes sont ferrugineuses.

Elles renferment assez souvent un noyau de quartz ou de limonite. Cette dernière se retrouve en anneaux dans la zone corticale. C'est l'horizon le plus riche en éléments opaques du gîte d'Auboué.

Les organismes sont, eux aussi, en partie épigénisés par la limonite associée à la calcite ou à stilpnosidélite. D'autres sont uniquement calcaires.

La gangue est fortement imprégnée de matières ferrugineuses et on ne voit que localement sa nature calcaire et chloriteuse.

La courbe thermique (courbe IV, fig. 1) est très analogue à celle de la couche jaune, mais le crochet de la stilpnosidélite est plus marqué et celui de la calcite un peu moins accentué. Ceci vient à l'appui des observations microscopiques au sujet de la gangue.

**V. Couche noire.** — La couche noire représente un type de minéral assez particulier par la répartition des minéraux. En effet, alors qu'habituellement la chlorite se loge soit dans la gangue, soit dans la zone corticale des ovoïdes, elle est liée ici au quartz clastique et forme aussi un liseré autour des fragments et des organismes.

Les oolithes ont une zone corticale ferrugineuse, englobant des noyaux compacts assez curieux. A l'exception de quelques-uns formés par la limonite, la plupart renferment un fragment de quartz presque entièrement résorbé par la calcite, l'ensemble étant enveloppé dans une plage de chlorite. Des fragments montrant la même association se retrouvent en dehors des ovoïdes. Très souvent le quartz cède entièrement la place à la chlorite. On observe aussi de nombreux débris ferrugineux probablement d'origine organique et des concrè-

tions de stilpnosidélite renfermant tantôt du quartz et de la calcite, tantôt un phosphate cristallisé.

Un grand nombre d'organismes sont constitués par la calcite, un liseré de chlorite entoure certains d'entre eux. D'autres représentent une association de la calcite et de la limonite. Enfin les débris d'os

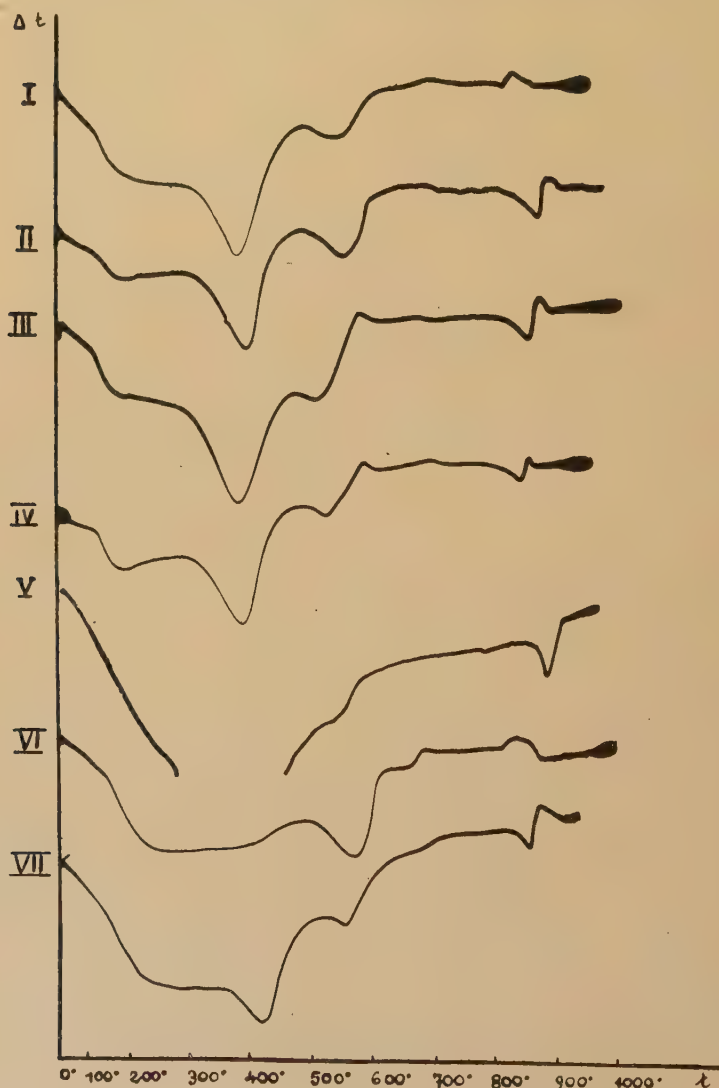


FIG. 1. — Courbes thermiques des minerais d'Auboué.

I : couche rouge ; II : couche jaune ; III : couche grise ; IV : couche brune ; V : couche noire ; VI : couche verte ; VII : marne rose.

phosphatés plus ou moins épigénisés par la limonite ne sont pas rares.

Le minéral est cimenté par un agrégat grenu de calcite.

La courbe thermique montre la prédominance de l'hydroxyde de fer cristallisé et de la calcite. Le premier est indiqué par un très fort crochet vers 320°, la seconde mise en évidence par une inflexion à 870°, enfin un petit phénomène endothermique vers 530° correspond à la chlorite (courbe V, fig. 1).

VI. *Couche verte*. — Ce minéral attire l'attention par sa coloration verte très vive. Il renferme des zones pyriteuses visibles à l'œil nu.

Au microscope, il présente un aspect curieux. Les oolithes étant très mal formées se confondent pour ainsi dire avec la gangue (fig. 1, pl. XVIII). L'ensemble présente une certaine texture fluidale. De plus, la couche verte se distingue des autres niveaux par la répartition des minéraux. En effet, les ovoïdes, essentiellement ferrugineux ailleurs, sont constitués ici par la chlorite. Dans la zone corticale ce minéral est assez clair, par contre il forme autour des ovoïdes un liseré vert plus foncé. Parfois, le quartz associé au carbonate occupe le centre des oolithes, mais le plus souvent, le noyau fait défaut.

Le ciment est lui-même essentiellement chloriteux et seulement par endroits calcaires. C'est précisément dans les parties carbonatées que les oolithes montrent un développement assez normal.

Des fragments mixtes quartz-calcite sont nombreux. Les organismes montrent l'association de la calcite avec la chlorite ou avec la pyrite et on observe quelques os phosphatés. Aucun hydroxyde de fer n'apparaît en lumière réfléchie. Par contre les plages de pyrite abondent dans la préparation.

La courbe thermique est nettement différente de celles des autres horizons d'Auboué. Elle débute par un crochet endothermique très large correspondant à une matière colloïdale probablement ferrugineuse, imprégnant la chlorite. L'inflexion de la limonite est à peine amorcée. Les seuls crochets bien développés sont ceux de la chlorite (crochets endothermiques à 500° et 600° avec un petit phénomène exothermique vers 680°). La calcite est mise en évidence par deux inflexions vers 820° et 850° (courbe VI, fig. 1).

VII. *Marne rose*. — Cet échantillon renferme un grand nombre d'oolithes. Il est riche en organismes et rien d'essentiel ne le différencie des autres niveaux.

Les ovoïdes ferrugineux sont relativement opaques et possèdent souvent un noyau en limonite. Le même minéral forme des anneaux

dans la zone corticale. A côté des fragments opaques, on observe du quartz clastique en grains assez gros ou en débris minuscules.

Les organismes montrent une grande variété de composition minéralogique. Certains sont constitués par de la calcite. Dans d'autres, le carbonate accompagne la stilpnosidélite ou la limonite et parfois la chlorite. Des os phosphatés ne sont pas rares.

Dans le ciment calcaire, imprégné de matières ferrugineuses, on reconnaît par endroits la chlorite. Le mica muscovite apparaît en nombreuses paillettes dans les espaces interoolithiques ainsi que des amas de minuscules grains de pyrite.

L'analyse thermique donne une courbe du même type que les minerais du gisement. La présence des hydroxydes de fer, de la chlorite et de la calcite est indiquée par des crochets bien marqués (courbe VII, fig. 1).

Nous donnons dans un tableau le schéma de la composition minéralogique des différents niveaux du gîte d'Auboué.

L'examen de ce tableau montre que les mêmes constituants se retrouvent dans toutes les couches. En ce qui concerne leur répartition, on peut faire les observations suivantes : les produits ferrugineux se concentrent dans les oolithes et dans les organismes, ces derniers fixent d'ailleurs d'une façon générale à la fois les minéraux des ovoïdes et ceux de la gangue. Les espaces interoolithiques sont le domaine principal de la calcite et de la chlorite. Dans la couche verte, cette dernière entre également dans la constitution des oolithes.

Alors que l'examen microscopique nous renseigne sur la répartition des minéraux dans les différents éléments du minerai, il n'indique pas toujours d'une façon satisfaisante leurs proportions relatives. En effet, lorsque les constituants sont bien cristallisés et purs, leur importance apparaît nettement, or, plusieurs d'entre eux se trouvent dans ces minerais à l'état colloïdal ou cryptocristallin finement dispersés dans la gangue calcaire ou dans les ovoïdes ferrugineux. Dans ces conditions il est difficile de se faire une idée de l'importance quantitative du minéral dispersé et du milieu qui lui sert de support. Pour montrer le parti que l'on peut tirer de l'analyse thermique différentielle dans ce cas, nous commenterons la fig. 1 où sont réunies les courbes thermiques des échantillons d'Auboué.

En ce qui concerne les produits ferrugineux, la limonite est plus largement développée que l'hydroxyde colloïdal. Cette constatation n'est pas aisée au microscope, car il s'agit de produits en voie d'évolution vers un terme plus largement cristallisé. En effet, les caractères optiques des microcristaux ne peuvent être observés avec précision à cause de leurs faibles

| COUCHES    | OOLITHES                            |                   | FRAGMENTS                                             | ORGANISMES                                                     | GANGUE                             | COMPOSITION GLOBALE                                                    |
|------------|-------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
|            | NOYAUX                              | ZONE CORTICALE    |                                                       |                                                                |                                    |                                                                        |
| Rouge      | limonite                            | hydroxydes de fer | quartz, limonite                                      | calcite, chlorite, hydroxydes de fer, phosphocarbonate, pyrite | calcite                            | hydroxydes de fer, calcite, quartz, chlorite, phosphocarbonate, pyrite |
| Jaune      | quartz, calcite, chlorite, limonite | hydroxydes de fer | quartz, calcite, limonite                             | calcite, chlorite, hydroxydes de fer                           | calcite, chlorite, sidérose        | hydroxydes de fer, calcite, sidérose, chlorite, quartz                 |
| Grise      | quartz, calcite, limonite           | hydroxydes de fer | quartz, calcite, limonite                             | calcite, chlorite, hydroxydes de fer, phosphocarbonate         | chlorite, calcite                  | hydroxydes de fer, calcite, chlorite, quartz, phosphocarbonate         |
| Brune      | quartz, limonite                    | hydroxydes de fer | quartz, limonite                                      | calcite, hydroxydes de fer                                     | calcite, stilpnosidérite, chlorite | hydroxydes de fer, calcite, quartz, chlorite                           |
| Noire      | quartz, calcite, chlorite, limonite | hydroxydes de fer | quartz, limonite, phosphocarbonate, calcite, chlorite | calcite, chlorite, hydroxydes de fer, phosphocarbonate         | calcite                            | hydroxydes de fer, calcite, quartz, phosphocarbonate                   |
| Verte      | quartz, limonite                    | chlorite          | quartz, calcite, pyrite                               | calcite, chlorite, pyrite, phosphocarbonate                    | chlorite, calcite                  | chlorite, calcite, pyrite, quartz, phosphocarbonate                    |
| Marne rose | limonite                            | hydroxydes de fer | quartz, limonite                                      | calcite, chlorite, hydroxydes de fer, phosphocarbonate         | calcite, stilpnosidérite, chlorite | hydroxydes de fer, calcite, chlorite, quartz, phosphocarbonate         |

dimensions et parce qu'ils sont enrobés dans de la matière amorphe.

Par ailleurs, la chlorite est mise en évidence par des crochets de tailles variables qui donnent une idée de l'importance de ce minéral dans chaque niveau. Le troisième élément commun à tous ces échantillons est la calcite dont on peut également apprécier le rôle d'après le développement du crochet correspondant.

En résumé, une certaine uniformité minéralogique caractérise tout le gîte d'Auboué. Cependant la couche verte se singularise par le fait qu'ovoïdes et gangue y sont chloriteux, alors qu'en général ces deux éléments sont formés de minéraux différents. Ceci présente un intérêt au point de vue théorique. En effet, contrairement aux idées généralement admises, il n'y a pas lieu d'envisager ici, comme deux phases successives, la formation des ovoïdes et le dépôt du ciment, ces deux éléments étant de même nature minéralogique et très peu différenciés. D'autre part, l'hypothèse d'une origine calcaire des oolithes doit être écartée dans ce milieu largement silicaté.

Soulignons enfin deux particularités de ces minerais, le rôle essentiel des organismes dans la fixation du fer et la faible importance des éléments clastiques.

---

## EXPLICATION DE LA PLANCHE XVIII

### MINERAIS D'AUBOUÉ.

#### *Examen microscopique en lumière transmise.*

- FIG. 1. — *Couche verte*. Lumière naturelle. Grossissement 80.  
Oolithes mal formées en chlorite se confondant presque avec la gangue chloriteuse. Fragments de quartz clastique.
- FIG. 2. — *Couche grise*. Entre nicols croisés. Grossissement 220.  
Tissus phosphatés à texture fibreuse agissant nettement sur la lumière polarisée.
- FIG. 3. — *Couche rouge*. Lumière naturelle. Grossissement 80.  
Oolithes et organisme ferrugineux dans gangue calcaire.
-

SUR QUELQUES MICROORGANISMES PLANCTONIQUES  
DES SILEX DU JURASSIQUE MOYEN DU POITOU  
ET DE NORMANDIE

PAR **L. Valensi**<sup>1</sup>.

Les silex du Jurassique moyen de Poitou et de Normandie offrent un matériel parfois très riche en microorganismes ; abondants et souvent bien conservés, ceux-ci peuvent être étudiés dans des conditions très favorables et il est relativement aisé de se procurer ce matériel en prélevant des échantillons de silex partout où il en existe et en les explorant systématiquement suivant la méthode indiquée par M. Deflandre [1].

Cette exploration systématique peut sembler longue et décevante et l'on pourrait être tenté, pour gagner du temps, d'examiner seulement les silex qui présentent un aspect (couleur, transparence, cassure) laissant présager la présence de microorganismes ; malheureusement il est absolument impossible, dans l'état actuel de nos connaissances, de se fier à un caractère quelconque, et d'établir des règles valables partout ; si jusqu'ici les silex blancs ne m'ont rien donné, des silex grisâtres se sont révélés très riches, et M. Deflandre a pu constater que les silex jaunes du Crétacé, qu'il signale comme n'étant pas fossilifères dans le Bassin parisien [1], le sont autant que d'autres en Belgique ; plus nos investigations seront poussées, plus, je pense, les faits de ce genre deviendront courants.

M. Deflandre avait déjà entrepris l'étude des silex du Jurassique moyen de Normandie [2] et, étant donné les résultats obtenus, il m'avait vivement encouragé à étudier les silex du Poitou, je tiens à le remercier ici des précieux conseils qu'il m'a prodigués, et de l'aide qu'il m'apporte dans la conduite de mon travail en me faisant bénéficier de sa profonde expérience.

L'intérêt de ce travail à la fois micropaléontologique et stratigraphique, n'échappera à personne.

Intérêt stratigraphique d'abord : les silex riches sont répartis en niveaux, il sera d'ailleurs intéressant de préciser si ces niveaux correspondent à un microplancton particulièrement abondant, au moment du dépôt des silex, à des conditions exceptionnelles.

1. Note présentée à la séance du 6 décembre 1948.

7 juin 1949.

Bull. Soc. Géol. Fr. (5), XVIII. — 34 A

ment favorables de fossilisation, ou à la conjoncture de ces deux circonstances. J'ai de plus en plus la conviction que certaines espèces d'*Hystrichosphères* pourront constituer de bons fossiles caractéristiques, telles sont par exemple : *Micrhystridium Bigoti* DEFL. et *Hystrichosphaeridium Deflandrei* VAL. ; j'ai d'abord découvert ces deux espèces dans des silex ramassés aux environs immédiats de Poitiers, puis je les ai retrouvés à Airvault (Deux-Sèvres) [7], à une distance d'environ 50 km de Poitiers, enfin les silex du Bajocien de Bois-Halbout (Calvados) contiennent également des *Micrhystridium Bigoti* en très grande abondance, par contre l'*Hystrichosphaeridium Deflandrei* y est beaucoup plus rare, et je n'en ai rencontré jusqu'ici que quelques exemplaires, mais sa présence me paraît tout à fait caractéristique. Ces deux espèces se sont montrées jusqu'à présent étroitement localisées dans le Jurassique moyen; elles n'ont été signalées ni dans l'Oxfordien [3], ni dans le Silurien [4], ni dans le Crétacé [5 et 6].

Dans d'autres cas les *Hystrichosphères* pourront utilement servir à établir des séries locales. Quand les microfossiles provenant des silex de différents étages auront été décrits, il sera possible de déterminer l'âge d'un silex d'après ses microorganismes, et de connaître ainsi, avec beaucoup plus de certitude qu'on ne l'a fait jusqu'à présent, l'origine des divers matériaux des alluvions et argiles de décalcification où les silex tiennent une place prépondérante. Cette méthode a déjà été appliquée avec succès par M. Deflandre à des silex préhistoriques et il a pu voir s'il s'agissait de silex jurassiques ou crétacés. L'étude du faciès uniquement envisagée jusqu'ici ne suffit pas toujours à résoudre ce problème; il m'est en effet arrivé de rencontrer des silex jurassiques qui, à l'œil nu et au microscope, sont rigoureusement identiques à des silex crétacés; dans un cas semblable, seule la micropaléontologie peut apporter des indications certaines, et je suis sûr que les progrès réalisés conduiront à des vues nouvelles sur beaucoup de questions restées obscures.

Du point de vue purement paléontologique l'intérêt de cette étude n'est pas moindre; description d'un assez grand nombre d'organismes nouveaux, et d'un ensemble original qui diffère de tous ceux décrits jusqu'ici tant dans l'Oxfordien [3] que dans d'autres étages [4, 5 et 6]; ce sont seulement des formes apparentées que l'on retrouve dans le Silurien ou le Crétacé; et la plupart des espèces paraissent propres au Jurassique moyen, ce sont surtout celles-là dont je m'occuperai ici; il ne nous sera possible d'avoir une notion nette sur les transformations et les

relations des différentes espèces d'*Hystrichosphères* entre elles que le jour où nous connaissons d'une façon suffisante les micro-organismes des différents étages de la série stratigraphique, et je souhaite que mon travail apporte alors sa modeste contribution à l'étude évolutive d'un groupe encore mystérieux.

J'ai éprouvé beaucoup de difficultés à distinguer entre eux les étages Bajocien et Bathonien dans la région de Poitiers, d'un étage à l'autre le faciès lithologique ne se modifie pas, et les macrofossiles sont extrêmement rares; aussi m'en suis-je tenu aux indications de la carte géologique (Feuille Poitiers 2<sup>e</sup> éd.); je crois qu'il serait vain de chercher une limite exacte entre ces deux étages. Cette difficulté expliquerait peut-être que dans la région de Poitiers et d'Airvault les silex à *Micrhystridium Bigoti* et *Hystrichosphaeridium Deflandrei* abondants sont localisés au moins d'après la carte dans le Bathonien inférieur tandis qu'en Normandie le premier est abondant dans le Bajocien, et le second, bien qu'assez rare, également localisé dans cet étage.

Plutôt que de me livrer à de longues descriptions, j'ai préféré multiplier les dessins; peut-être faciliterai-je ainsi la tâche de ceux qui s'attaqueront à ce sujet, et seront aux prises avec les difficultés d'une détermination longue et délicate.

Comme je l'ai déjà signalé [7], les silex du Jurassique moyen du Poitou contiennent surtout des *Micrhystridium*; les *Hystrichosphaeridium* sont nettement plus rares, et les Périadiniens sont peu fréquents sinon dans quelques silex; ces Périadiniens sont au contraire abondants dans les silex normands, et surtout dans ceux des environs de Bois-Halbout et de Croisilles.

### Genre *Hystrichosphaeridium* DEFLANDRE.

#### *Hystrichosphaeridium Pattei* nov. sp.

Fig. 1.

*Holotype*: Bathonien inférieur, silex d'Airvault (Deux-Sèvres).

La coque est grande et de forme globuleuse, elle porte de nombreux processus très courts, extrêmement denses, et serrés les uns contre les autres au point de constituer une véritable forêt; sa surface est couverte d'un réseau très caractéristique de l'espèce, à mailles grossièrement polygonales et de contour sinueux; les processus s'insèrent sur ce réseau aussi bien aux nœuds qu'en n'importe quel autre point; ils sont creux, non élargis à leur base et généralement droits, leur largeur reste constante de la base au sommet, et leur extrémité est coiffée de deux petits lobes perpendiculaires, droits, ou plus ou moins arqués; d'autres processus affectent la forme d'épines droites ou courbes.

Dans l'holotype (fig. 1) le plus grand diamètre de la coque est de  $37\text{ }\mu$ , le plus petit de  $34\text{ }\mu$ , les processus sont longs de  $3\text{ }\mu$  ce qui donne un diamètre total allant de  $40$  à  $43\text{ }\mu$ . La couleur de tous les exemplaires observés est brun foncé.

J'ai retrouvé quelques débris de cette espèce dans d'autres silex du Bathonien inférieur d'Airvault et un exemplaire un peu abîmé, mais très net à la base du Bathonien de la ferme de Mouchedune près Saint-Benoît (Vienne); de forme ovoïde, avec un gros bout et un petit bout, il montre le même réseau polygonal,



FIG. 1. — *Hystrichosphaeridium Pattei* n. sp.

*Holotype*. Bathonien inférieur, Airvault (D. S.), silex 401. Grossissement 1400.

mais les processus sont à la fois plus longs ( $4$  à  $5\text{ }\mu$ ) et plus larges, la coque est de dimensions plus réduites ( $32\text{ }\mu$  sur  $28\text{ }\mu$ ) sans les processus et contient un petit nodule de couleur rouge, ce qui est assez fréquent.

Des individus de taille intermédiaire ont été trouvés dans le Bathonien inférieur de Mouchedune et de Moulinet.

Jusqu'ici je n'ai pas rencontré cette espèce dans le Jurassique moyen de Normandie, et aucune forme exactement semblable n'a été décrite dans le Crétacé ou le Silurien. Toutefois ce type morphologique, caractérisé par de nombreux processus fourchus courts, est déjà représenté dans ces étages par des espèces collectives comme *Hystrichosphaeridium multifurcatum* DEFL. (du Crétacé) et *Hystrichosphaeridium hystricho-reticulatum* EISENACK (du Silurien).

*Hystrichosphaeridium* cf. *pumile* (O. WE.) DEFL. 1937.

Fig. 2.

*Plésiotype* : Bathonien inférieur, silex de la ferme de Mouchedune près Saint-Benoît (Vienne).

La coque assez grande, de contour à peu près hexagonal et à surface lisse porte une trentaine de longs processus (fig. 2). Ces processus sont creux, ils sont légèrement mais nettement élargis à leur naissance et leur cavité est séparée de celle de la coque; en général droits, ils peuvent être également courbés en lame de sabre, ou même spirales, par suite d'une altération au cours de la fossilisation, leur extrémité

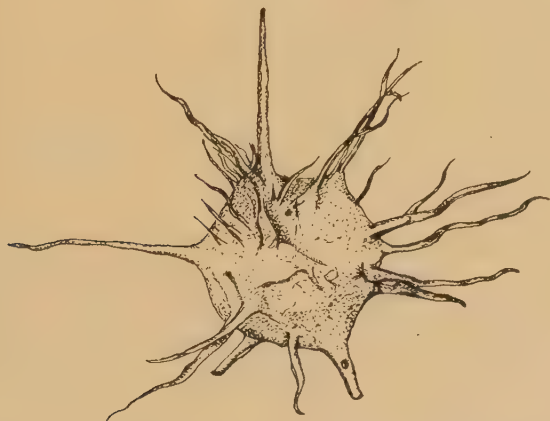


FIG. 2. — *Hystrichosphaeridium* cf. *pumile*. (O. WE. DEFL.

*Holotype*. Bathonien inférieur, ferme de Mouchedune, silex 458. Grossissement 840.

est très effilée lorsqu'ils sont intacts. Le diamètre de la coque varie de 26  $\mu$  à 30  $\mu$ , les processus les plus longs, qui sont aussi les plus nombreux, mesurent 30  $\mu$  c'est-à-dire le diamètre de la coque, les autres n'ont qu'une vingtaine de microns de longueur. La couleur de l'unique exemplaire observé est brun foncé.

Cette espèce dont un plésiotype a été décrit par M. Deflandre dans le Crétacé [5] présente de grandes analogies avec *Hystrichosphaeridium longispinum* décrit par Eisenack dans le Silurien du domaine baltique. Toutefois elle est beaucoup plus petite, et ses processus de forme moins régulière offrent un aspect plus contourné et sont moins régulièrement répartis sur le pourtour de la coque. S'il s'agit bien, dans les divers étages, de formes effectivement apparentées, cette espèce paraîtrait avoir assez peu évolué au cours des temps géologiques et ne posséderait qu'une médiocre valeur stratigraphique.

Genre *Micrhystridium* DEFLANDRE.*Micrhystridium eupeplos* nov. sp.

Fig. 3.

*Holotype* : Bajocien, silex de Croisilles (Calvados).*Paratypes* : Bajocien, silex de Croisilles (Calvados); Bathonien, silex de Lessart (Vienne) (silex n° 98); Bathonien, silex de Lessart (Vienne) (silex n° 102).

Une membrane entoure la coque, de forme régulièrement sphérique, s'attache aux extrémités des processus et dessine sur la face supérieure

FIG. 3. — *Micrhystridium eupeplos* n. sp.

*Holotype*. 1 : Bajocien de Croisilles. Silex 30 F. *Paratypes*. 2, 3 : Bathonien de Lessart (Vienne), silex 98. 2 : face supérieure, 3 : face inférieure. 4 : Bathonien de Lessart, silex 102. 5 : Bathonien de Lessart, silex 102. 6 : Bathonien de Lessart, silex 102. Grossissement 1400.

des champs polygonaux; les processus, au nombre d'une quinzaine, ont la forme d'un T à branches très effilées sur lesquelles s'appuie cette membrane. Le spécimen holotype (1 de fig. 3) possède un diamètre de 10  $\mu$  sans les processus et de 14  $\mu$  en comprenant ceux-ci.

Tous les individus observés présentent une couleur brun foncé.

Le paratype du silex 98 (Bathonien de Lessart) (2, 3 de fig. 3) montre des processus beaucoup plus nombreux (25 environ), des champs polygonaux très nets et très réguliers sur les angles desquels s'insèrent les processus, en forme de baguettes courtes, droites et creuses, le diamètre est de 12  $\mu$  sans les processus et de 16  $\mu$  avec ceux-ci; le même type est représenté dans un silex du Bajocien de Croisilles par une forme plus petite (diamètre de 8  $\mu$  sans les processus, 10 avec ceux-ci).

Je classe sous le même nom, au moins provisoirement, un paratype du silex 102 (5 de fig. 3) qui diffère du précédent par ses processus beaucoup plus longs (3 à 4  $\mu$  au lieu de 2), et surtout par l'absence de membrane, dont, malgré l'analogie d'allure générale, je n'ai pu retrouver aucune trace, dans aucun des deux exemplaires observés. Le diamètre de cette espèce varie donc de 7 à 12  $\mu$  sans les processus et de 10 à 16  $\mu$  avec ceux-ci.

Les formes s'apparentant à l'holotype sont fréquentes dans certains silex bajociens de Flée (Vienne), de Croisilles (Calvados); les paratypes semblables aux 2, 3, 4, 5 de fig. 3 sont plus rares. L'identité absolue de certains individus du Poitou et de Normandie peut laisser espérer qu'il s'agirait là d'une espèce caractéristique, et ceci d'autant plus qu'aucune forme semblable n'a été présentement décrite dans le Crétacé. Au Silurien, on connaît une espèce, *Micrhystridium pavementum* DEFL., semblablement ornée de processus reliés par des membranes, mais qui est bien différente de *Micrhystridium eupeplos*; les processus y sont plus nombreux, plus courts, les champs plus petits et, par ailleurs, les dimensions sont plus que doubles.

*Micrhystridium placophorum* nov. sp.

Fig. 4.

*Holotype* : Bathonien inférieur, silex de la Tour aux Cognons (Vienne).

*Paratypes* : Bajocien, silex de Flée (V.); Bathonien inférieur, silex de la Tour aux Cognons (V.).

Le caractère commun de tous les représentants de cette espèce est de posséder une coque exactement sphérique à la surface de laquelle des lignes sombres circonscrivent très nettement des champs pentagonaux ou hexagonaux; dans ces champs existe toujours une différenciation plus sombre à la surface ponctuée et noirâtre, délimitée par une bande claire plus ou moins large, de contour arrondi et grossièrement parallèle à celui du champ qui l'entoure, ce caractère joint à la forme des processus permet de distinguer très facilement cette espèce de la précédente.

Dans l'holotype (1, 2 de fig. 4) la face supérieure porte un champ pentagonal dont chaque angle donne naissance à un processus; d'autres processus se voient sur le bord de la coque; au nombre d'une quinzaine, ils sont pleins, droits ou légèrement courbes, moyennement longs et effilés.

Le diamètre de la coque est de 10  $\mu$ , les processus sont longs de 3 à 4  $\mu$ , les côtés des pentagones mesurent à peu près 4  $\mu$ .

Dans le paratype du Bajocien de Flée (3 de fig. 4) la taille est la même, mais le champ pentagonal qui occupe la face supérieure est

plus petit, ses côtés sont plus courts (2 à 3  $\mu$ ), la différenciation centrale est relativement plus importante, et ceux des processus qui partent des angles du pentagone sont plus longs (4 à 5  $\mu$  au lieu de 3  $\mu$  dans l'holotype); les autres processus sont plus nombreux, ce qui tient à ce que l'holotype a été abîmé au cours de sa fossilisation; un autre individu semblable, mais abîmé, a été trouvé dans un silex bajocien, provenant des rochers du Porteau au N de Poitiers.

Le paratype du Bathonien de la Tour aux Cognons (4 de fig. 4) est nettement plus grand (15  $\mu$ ) et ses processus sont plus courts.

Tous les individus de cette espèce sont de couleur brun foncé.

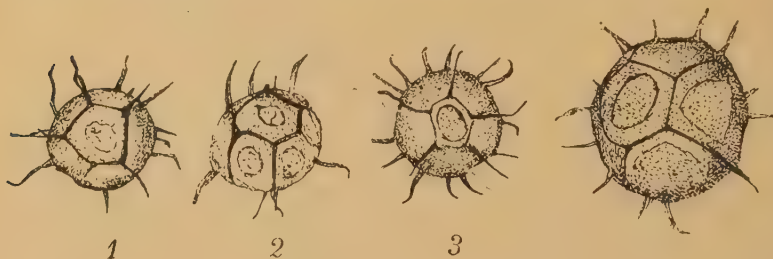


FIG. 4. — *Micrhystridium placophorum* n. sp.

*Holotype*. 1, 2; Bathonien inférieur la Tour aux Cognons, silex 128, 1 : face supérieure, 2 : face inférieure. *Paratypes*. 3 : Bajocien de Flée, silex 437. 4 : Bathonien inférieur la Tour aux Cognons, silex 128. Grossissement 1400.

*Micrhystridium placophorum* paraît caractéristique du sommet du Bajocien et de la base du Bathonien; je ne l'ai pourtant pas encore retrouvé dans les silex normands.

Une espèce assez voisine est le *Micrhystridium mendax* DEFL. du Silurien, où l'on retrouve les champs polygonaux et les épines; mais l'holotype (unique) de cette espèce silurienne ne montre aucune trace des différenciations médianes des champs, si caractéristiques de *Micrhystridium placophorum*.

Le *Micrhystridium reticulatum* DEFL. (silex crétacé) montre aussi des champs polygonaux mais est orné de longues cornes hyalines et est, de ce fait, bien différent.

#### *Micrhystridium echinoides* nov. sp.

1 de fig. 5.

*Holotype* : Bathonien inférieur, silex d'Airvault (Deux-Sèvres).

La coque (1 de la fig. 5) de forme générale sphérique est régulièrement hérissée d'un grand nombre de processus de longueur égale. Sa face supérieure, seule visible, est ornée de dessins polygonaux correspondant aux lignes d'insertion des processus. D'une longueur égale à celle du rayon de la coque, ceux-ci sont creux, nettement élargis à la

base, et leur cavité communique avec celle de la coque ; droits et forts dans l'ensemble, ils peuvent être parfois flexueux avec une extrémité plus effilée, leur densité est d'une dizaine sur une longueur de  $10\ \mu$  du bord de la coque. Le diamètre de la coque est de  $17\ \mu$ , les processus sont longs de  $9\ \mu$ , ce qui donne une envergure de  $35\ \mu$ .

La couleur de l'unique exemplaire de cette belle espèce est brun foncé.

Jusqu'ici cette espèce n'a été observée que dans le Bathonien inférieur, elle est sans analogue dans le Silurien et dans le Crétacé. Elle rappelle beaucoup certains *Hystrichosphaeridium* du groupe de *Hystrichosphaeridium striolatum* DEFL. (au sens large), dont les dimensions sont beaucoup plus fortes (coque seule :  $40\ \mu$  et plus).

*Micrhystridium Roquesi* nov. sp.

2 de fig. 5.

*Holotype* : Bathonien, silex des environs de Marnes (Deux-Sèvres).

Cette espèce possède une coque (2 de fig. 2) de forme exactement sphérique couverte d'une multitude de processus courts ; elle présente en coupe optique l'allure d'une roue dentée ; les processus en forme d'épingle à cheveux ont une extrémité arrondie ou tronquée, ils sont parcourus soit par un axe unique et médian, soit par deux axes marginaux, la section de ces processus visibles sur la face supérieure est soit un losange aux diagonales marquées et épaissies, soit une étoile à quatre branches, soit encore un triangle.

Le diamètre de la coque est de  $16\ \mu$ , processus non compris, et de  $19\ \mu$  avec ceux-ci, les processus sont longs de  $1,5\ \mu$  et larges de presque  $1\ \mu$  à leur naissance, j'en ai compté environ une dizaine sur  $10\ \mu$  du bord de la coque.

La couleur de l'unique exemplaire observé est brun foncé.

Cette forme curieuse par ses processus ne possède d'équivalent ni dans le Silurien ni dans le Crétacé.

*Micrhystridium Deflandrei* nov. sp.

3 à 5 de fig. 5.

*Holotype* : Bathonien inférieur, silex d'Airvault (Deux-Sèvres).

La coque (3 de fig. 5) rigoureusement sphérique est couverte d'une manière extrêmement régulière, de fins processus piliformes, dont la longueur et l'écartement sont partout égaux. Sur la face supérieure les points qui correspondent à leur insertion se répartissent en files parallèles s'interrompant vers l'équateur et reprenant ensuite avec une direction différente.

Sur la face inférieure (5 de fig. 5) ils sont disposés en rangs paral-

lèles, l'ensemble constituant un quadrillage losangique tout à fait caractéristique qui n'est pas sans rappeler celui de certaines valves de Diatomées. La coupe optique (4 de fig. 5) montre l'égalité de longueur

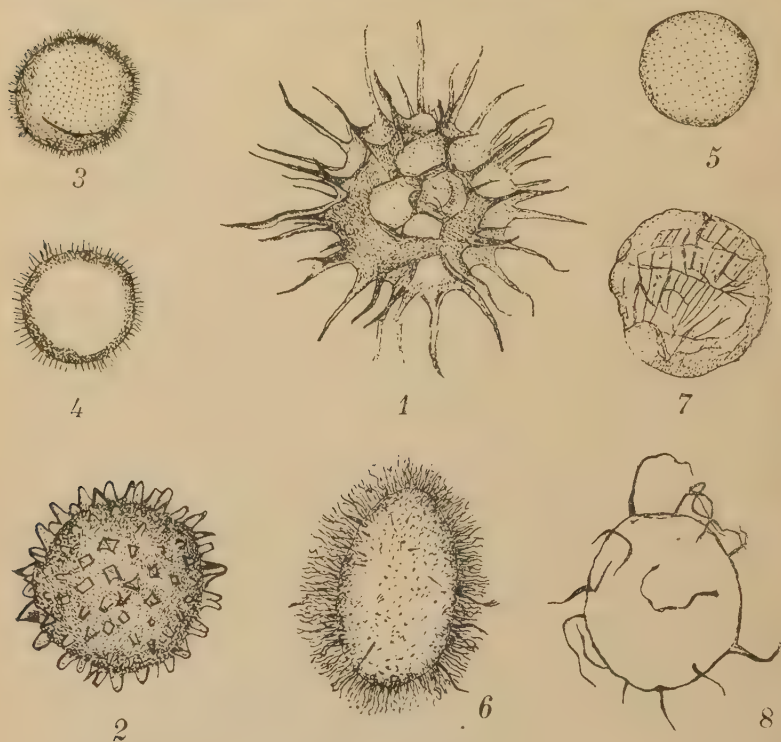


FIG. 5.

- 1 : *Micrhystridium echinoides* n. sp. *Holotype*, Bathonien inférieur, Airvault, silex 401. Grossissement 1400.  
 2 : *Micrhystridium Roquesi* n. sp. *Holotype*, Bathonien de Marnes (D. S.), silex 423. Grossissement 1400.  
 3 5 : *Micrhystridium Deflandrei* n. sp. *Holotype*, Bathonien d'Airvault, silex 401. 3 : Face supérieure. 4 : coupe optique. 5 : face inférieure. Grossissement 1400.  
 6 : *Micrhystridium cometes* n. sp. *Holotype*, Bathonien d'Airvault, silex 401. Grossissement 1400.  
 7-8 : *Micrhystridium mastigophorum*. *Holotype*, Bathonien, ferme de Mouchedune, silex 458. Grossissement 1400.  
 7 : face supérieure dessinée sans les processus flagelliformes. 8 : aspect des processus flagelliformes seuls.

des processus, au moins dans la zone où la fossilisation ne les a pas abîmés.

La couleur de tous les exemplaires observés est brun foncé.

Dans l'holotype, le diamètre est de 11  $\mu$ , la longueur des processus de 1  $\mu$ ; un autre exemplaire, trouvé dans un silex provenant de la même localité et du même niveau, mesure 13  $\mu$  de diamètre.

Le Bathonien inférieur d'Airvault m'a fourni quelques débris de cette espèce inconnue aussi bien dans le Silurien que dans le Crétacé.

*Micrhystridium cometes* nov. sp.

6 de fig. 5.

*Holotype* : Bathonien inférieur, silex d'Airvault (Deux-Sèvres).

La coque est ovoïde avec un gros et un petit bout, elle est recouverte d'une chevelure de processus serrés les uns contre les autres et onduleux ; leurs insertions réparties sans ordre ponctuent finement sa surface. De place en place et à des intervalles à peu près réguliers se trouve un processus plus fort et plus épais ; les processus sont nettement plus courts au gros bout.

L'holotype (6 de fig. 5) mesure  $19\ \mu$  dans sa plus grande longueur et  $11\ \mu$  dans sa plus petite ; la longueur des processus est comprise entre  $3\ \mu$  et  $5\ \mu$ .

La couleur de tous les exemplaires de cette espèce est jaune.

J'ai trouvé quatre individus de cette espèce, trois dans le Bathonien inférieur d'Airvault, un dans le Bathonien de Moulinet (Vienne) ; ce dernier présente un contour circulaire avec un diamètre de  $16\ \mu$ , et doit correspondre à une forme ovoïde vue par l'un des bouts, les trois autres exemplaires ont des dimensions comprises entre  $11$  et  $13\ \mu$ .

Aucune espèce analogue n'a été jusqu'ici décrite dans d'autres étages de la série stratigraphique.

*Micrhystridium mastigophorum* nov. sp.

7 et 8 de fig. 5.

*Holotype* : Bathonien inférieur, silex de la ferme de Mouche-dune près Saint-Benoît (Vienne).

La coque (7 de fig. 5) de forme ovale présente un contour légèrement ondulé, sa surface est parcourue de nombreuses stries longitudinales et parallèles coupées par trois lignes transversales, l'une équatoriale, les deux autres polaires ; elle porte une quinzaine de processus flagelliformes (8 de fig. 5). Le grand diamètre de la coque est de  $16\ \mu$  le petit de  $14\ \mu$ , la ligne transverse équatoriale est séparée par une distance de  $7\ \mu$  de la ligne transverse du pôle supérieur, et de  $4\ \mu$  de celle du pôle inférieur, les stries perpendiculaires à ces lignes sont les unes fines, les autres nettement plus épaisses, elles circonscrivent des espaces polygonaux allongés ; leur densité est d'une quinzaine sur une longueur de  $10\ \mu$  de la ligne transverse, et en général elles se trouvent l'une en face de l'autre de part et d'autre de cette ligne. La région médiane des champs est souvent occupée par une série de points ; j'ai observé l'insertion d'un processus flagelliforme sur un de

ces points ; mais je n'ai pas pu distinguer exactement les connexions des autres qui ont le plus souvent une longueur variant de 5 à 10  $\mu$  ; quelques-uns sont plus courts (jusqu'à 2  $\mu$ ), mais ils sont certainement abîmés ; tous sont diversement courbés, contournés et repliés sur eux-mêmes, rappelant en cela les véritables flagelles des Ophiobolacées des silex crétacés. Jusqu'à plus ample informé il ne semble pas qu'il s'agisse, chez *Micrhystridium mastigophorum*, d'organites assimilables à des flagelles, mais bien plutôt d'appendices superficiels non doués de motilité, comme il en a déjà été observé chez certains microplanc-tonites actuels.

La couleur de cet organisme est brun foncé.

Cette espèce est jusqu'ici représentée par un seul exemplaire : elle possède une allure très particulière qui ne se retrouve dans aucune des formes décrites jusqu'ici.

*Micrhystridium polyedricum* nov. sp.

Fig. 6.

*Holotype* : Bajocien, silex du rocher du Porteau à Poitiers.

*Paratypes* : Bathonien, silex de la Tour aux Cognons (Vienne), silex de Lessart (Vienne) ; Aalénien, silex de la carrière de Goux (Vienne).

Cette espèce est toujours facilement reconnaissable à sa coque de contour rectangulaire, dont les petits côtés sont entourés d'une couronne de processus.

Dans l'holotype (1 de fig. 6), les processus sont tous assez courts en forme d'épines et très élargis à la base, sauf un seul qui est beaucoup plus long. Les grands côtés sont rectilignes et parallèles, tandis que les petits côtés sont bombés et ceints d'une couronne de quatre processus à l'une des extrémités et de cinq à l'autre.

Le grand côté de la coque mesure 8  $\mu$ , le petit 6  $\mu$ , la distance la plus grande entre les deux petits côtés, c'est-à-dire celle d'un bombement à l'autre, est de 9  $\mu$ . Le processus long mesure 4  $\mu$ , les autres 2  $\mu$ .

Tous les exemplaires de cette espèce ont une couleur brun foncé et présentent en général un relief accentué.

Les nombreux paratypes et individus observés (1 à 13 de fig. 6) montrent d'assez notables variations portant à la fois sur la coque et les processus.

La coque peut se rétrécir vers l'une de ses extrémités et prendre ainsi une forme légèrement trapézoïdale (3 et 6 de fig. 6) ; un processus peut apparaître au milieu d'un grand côté, mais jamais je n'en ai observé sur les deux grands côtés à la fois, souvent (8 et 12 de fig. 6) on ne trouve que 3 processus autour de l'un des petits côtés et 2 autour de l'autre, une côte longitudinale peut traverser la coque (13 de fig. 6) parallèlement au grand côté et relier deux processus.

Les processus sont tantôt courts et élargis à la base (9 de fig. 6) où les processus ont  $2\ \mu$  de long sur  $1\ \mu$  de large à leur naissance et réduits à une verrue (11 de fig. 6), tantôt longs de  $4\ \mu$  (12 de fig. 6) et même  $6\ \mu$  (13 de fig. 6); ils peuvent être droits ou courbés à leur extrémité. Les différentes figures donneront mieux qu'une longue description une idée rapide et exacte des variations de cette espèce.

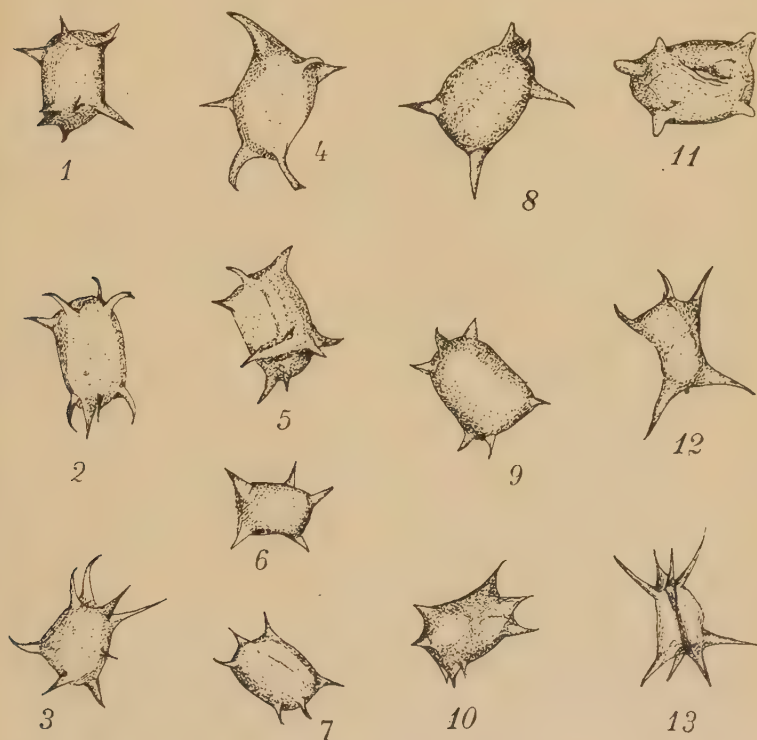


FIG. 6. — *Micrhystridium polyedricum* n. sp.

*Holotype*. 1 : Bajocien, rochers du Porteau à Poitiers, silex P 4.

*Paratypes*. 10 : Bathonien, La Tour aux Cognons, silex 128.

11 : Aalénien de Goux, silex 161 — 13 : Bathonien de Lessart, silex 98.

2 à 9 et 12 : diverses variations dans les silex bathoniens et bajociens. Grossissement 1400.

Cette espèce, déjà présente dans l'Aalénien, est commune dans le Bajocien et le Bathonien de la région de Poitiers; elle est rare : 1 seul exemplaire à longs processus dans les silex de la région d'Airvault, et n'a pas été trouvée jusqu'ici dans les silex normands.

Aucune espèce semblable n'a encore été décrite dans le Silurien ou le Crétacé.

## BIBLIOGRAPHIE

1. G. DEPLANDRE. — Technique micropaléontologique appliquée à l'étude des silex. *Bull. Soc. Fr. Microsc.*, IV, 1935, p. 104-111.
  2. — Sur quelques Microorganismes planctoniques des Silex jurassiques. *Bull. Inst. Océanogr.*, n° 921, p. 1-12, 23 fig.
  3. — Microplancton des mers jurassiques conservé dans les marnes de Villers-sur-Mer (Calvados). *Trav. Stat. Zool. Wimereux*, XIII, 1938, vol. Jub. M. CAULLERY, p. 147-200, 10 fig., pl. V-IX.
  4. — Microfossiles des calcaires siluriens de la Montagne Noire. *Ann. Paléont.*, XXXI, 1944-45, p. 41-75, pl. I-III.
  5. — Microfossiles des silex crétacés. 1<sup>re</sup> partie : Généralités. Flagellés. *Ibid.*, XXV, 1936, p. 151-191, 10 pl. 2<sup>e</sup> partie. Flagellés *incertae sedis*. Hystrichosphaeridés Sarcodinés. Organismes divers. *Ibid.*, XXVI, 1936, p. 51-103, 8 pl.
  6. — Hystrichosphaeridés. I à III. Fichier micropaléontologique. Séries 3, 6, 8. *Arch. Orig. Serv. Doc. du C. N. R. S.*, n° 159, 1944 ; n° 235, 1946 ; n° 257, 1946. 332 fiches.
  7. L. VALENSI. — Note préliminaire à une étude des microfossiles des silex jurassiques de la région de Poitiers. *CR. Ac. Sc.*, t. 225, p. 816-818.
-

SUR UNE FLORE PROBABLEMENT [RHÉTIENNE  
A EL GALALA EL BAHARIYA  
(RIVE OCCIDENTALE DU GOLFE DE SUEZ, [ÉGYPTÉ)

PAR **A. Carpentier** ET **I. Farag**<sup>1</sup>.

PLANCHES XIX-XX.

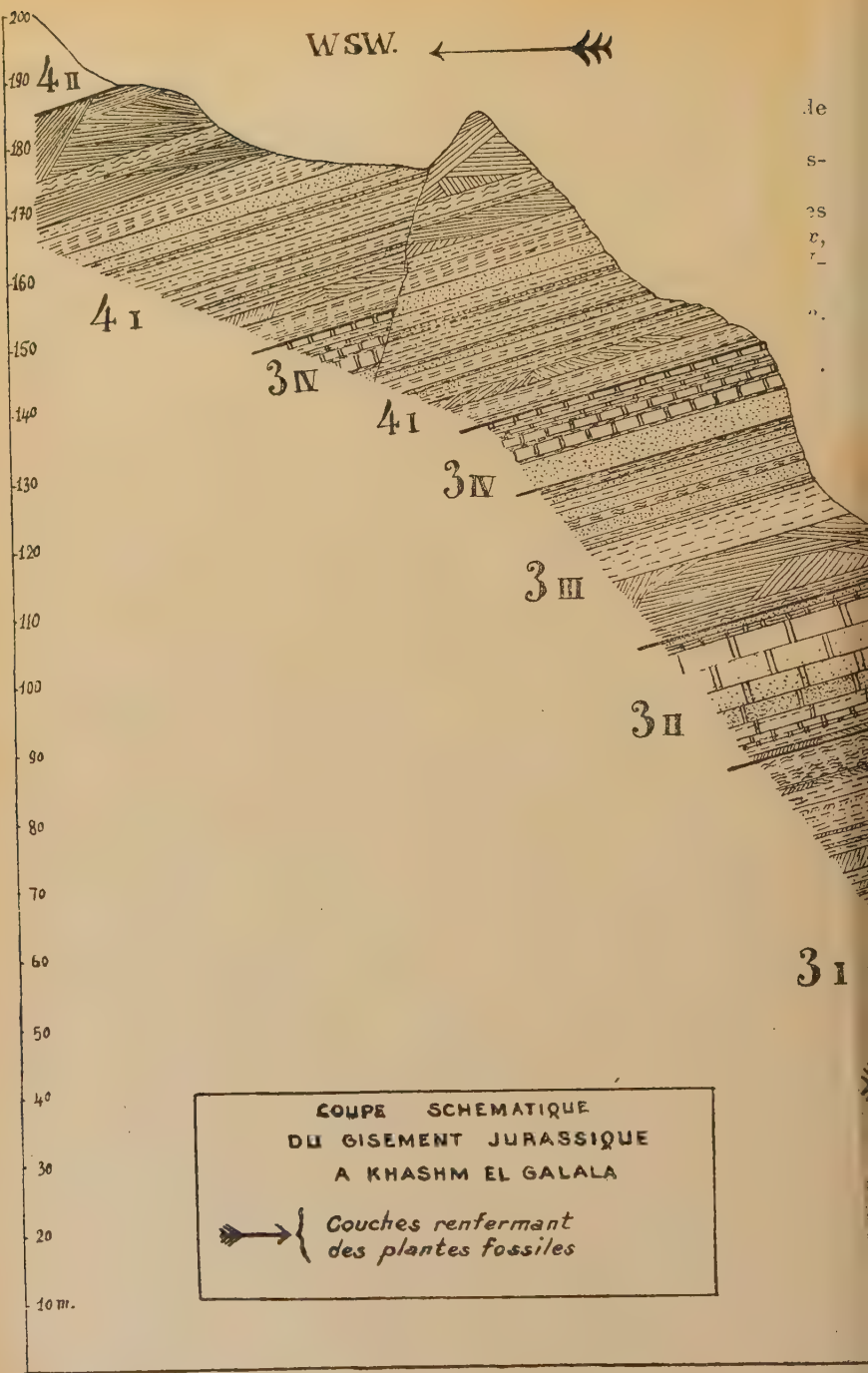
I. — **STRATIGRAPHIE**

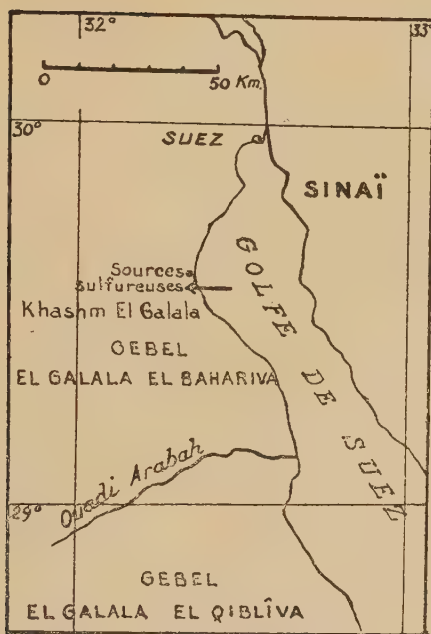
PAR **I. Farag**.

Sur la côte occidentale du golfe de Suez, Khashm El Galala forme la partie NE du vaste massif du Gebel El Galala El Bahariya, au N de Ouadi Arabah. C'est le Dr H. Sadek Pacha qui découvrit près d'une source sulfureuse (Aïn Sukhna), intercalées dans les Grès de Nubie non fossilifères, qui forment la partie inférieure de la falaise orientale de Khashm El Galala, des couches jurassiques (carte fig. 1) analogues à celles d'âge bathonien du Gebel Maghara au N du Sinâï [14]. Grâce à deux failles E-W distantes de 1.700 m probablement d'âge miocène et plus récentes que les failles principales NW-SE qui donnèrent naissance au golfe de Suez, et grâce au plongement des couches (15° WSW), les formations les plus anciennes sont visibles au pied de la falaise qui domine le golfe. Sadek a bien saisi, dès 1926, la composition générale de la falaise et il en a étudié en détail les formations jurassiques où il voit une série continue [15]. Il en décrit 29 couches et une dizaine d'espèces de fossiles déterminés par le Professeur Stefanini et attribués par lui au Dogger. L'affinité de cette faune avec celle du Bathonien du massif de Maghara, analogue elle-même aux faunes de l'Europe occidentale, témoigne du prolongement vers le S des faciès méditerranéens au Jurassique. La série supérieure des Grès de Nubie est rapportée au Crétacé inférieur et au Jurassique, tandis que la série inférieure (couches 1-3) devient l'équivalent des Grès triasico-liasiques de Maghara.

C'est à la limite des couches bathoniennes et de la série inférieure des Grès de Nubie que j'ai trouvé la florule, objet de la présente note.

1. Note présentée à la séance du 6 décembre 1948.





*Coupe de la falaise* : On a de haut en bas :

7. *Éocène* : Calcaires nummulitiques au sommet, maximum d'épaisseur (limite douteuse), 50 m.

6. *Crétacé supérieur* : minimum d'épaisseur, 150 m.

III. Craie blanchâtre en lits horizontaux.

II. Calcaires dolomitiques qui renferment des filons et des nodules de calcite.

I. Calcaires siliceux compacts et très durs.

Ces formations ne sont que peu ou point fossilifères et les preuves directes de leur âge continuent à faire défaut. Au point de vue pétrographique ces calcaires ressemblent fortement aux calcaires d'Umm Latiya (G. Mlati) et d'El Mahash (G. Oum Chabba), du flanc S du dôme de Maghara, attribués au Cénomanién par Fourtau ; mais d'après leur position stratigraphique ils correspondent tout à fait à ceux qui affleurent sur les flancs S du plateau d'El Galala El Bahariya dominant Ouadi Arabah et qui renferment *Ostrea vesicularis* LMK d'âge campanien (Sénonién supérieur), [9].

Les calcaires éocènes et crétacés forment une falaise verticale très haute qui domine la région.

5. *Cénomanién* : Alternance de marnes et de calcaires parfois gréseux. Les marnes calcaires, tantôt jaunes, tantôt vertes, renferment des Huîtres bien conservées, tandis que les calcaires jaunes blanchâtres contiennent des Oursins, des Bivalves et des Gastéropodes. Épaisseur masquée par les éboulis (approximativement 75 m).

Nous avons pu déterminer : *Salenia plana* FOURTAU, ? *Trochodidema* cf. *isides* FOURTAU (Aptien), *Hemiaster cubicus* DESOR., *Arca* (*Cucullaea*) *Favrei* ? COQ., *Ostrea flabellata* GOLDF., *O. Rovillei* COQ., *O. aff. suborbiculata* LMK, *O. africana* LMK., *O. Delettrei* COQ., *Cardita Forgimoli* COQ., *Lucina* ? *masylaea* COQ., *Cardium productum* ou *C. Mermeti* COQ., *Dosinia Delettrei* COQ., *Anatina Jettei* COQ., *Pterodonta Deffisi* TH. et PÉRON., *Aporrhais* ? cf. *permi* COQ., *Tylostoma* cf. *Pallaryi* PER. et GAUTH., etc...

4. *Crétacé inférieur*. — *Jurassique supérieur* : Série supérieure des Grès de Nubie : grès et marnes bigarrés, peu ou point fossilifères (un seul banc calcaire au milieu contient un moule interne d'un Bivalve très mal conservé). Cette série commence toujours par des couches gréseuses, les affleurements sont fortement ravinés par des torrents ; épaisseur minimum : 165 m.

IV. Grès d'aspect noir et à stratification entrecroisée avec de petits galets de quartz.

III. Grès de même nature, mais très ferrugineux et assez peu marneux.

II. Marnes et schistes avec intercalations de bancs minces de grès ferrugineux.

Ces trois formes montrent le même caractère que celui des grès d'âge Crétacé inférieur de la base du Gebel Mandhour (dôme de Maghara). Ils semblent bien être l'équivalent des grès azoïques de l'Aptien de Risan Aneiza (prolongement vers le NE de Maghara) [5].

I. Marnes gréseuses et calcaires, tantôt dures et toujours bigarrées, intercalées dans des schistes et des grès de teinte pourpre foncée; la stratification est entrecroisée. Les couches gréseuses prédominent vers le sommet, contribuant à donner à l'ensemble un aspect noir. Cet ensemble (couches 26-29 de Sadek) forme le sommet du Jurassique. Il est très semblable à la série gréseuse d'âge bathonien observée dans les « Samra Ridges » (chaînes noires), sur le flanc occidental du dôme de Maghara [6]; il est donc nécessaire de le décrire en détail, bien que sa limite supérieure reste douteuse. Il forme la base (45 m) de la série supérieure des Grès de Nubie et comporte (coupe fig. 1) :

|                                                                                                                             |      |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|
| Grès bigarrés à stratification entrecroisée .....                                                                           | 10   | m |
| Schistes tendres, jaunes avec marnes feuilletées .....                                                                      | 2    | m |
| Marnes gréseuses dures, vertes, jaunâtres avec filons de gypse et lits de grès rose .....                                   | 1    | m |
| Grès bruns à stratification entrecroisée .....                                                                              | 3,50 | m |
| Marnes feuilletées gréseuses brunes jaunâtres .....                                                                         | 2    | m |
| Marnes jaunes transformées à la surface en schistes tendres.                                                                | 3    | m |
| Grès ferrugineux très durs, pourpre foncé et altérés (teinte ocreuse) en brun avec quelques moules très mal conservés ..... | 2,50 | m |
| Marnes plus gréseuses près du sommet .....                                                                                  | 2    | m |
| Grès durs, de teinte rouge brique, très ferrugineux au sommet .....                                                         | 0,50 | m |
| Lits minces (5 cm) de grès bruns alternant avec des marnes vertes .....                                                     | 0,80 | m |
| Marnes gréseuses feuilletées blanches .....                                                                                 | 2    | m |
| Minces feuillets de marnes blanches formant talus .....                                                                     | 2    | m |
| Marnes feuilletées vertes .....                                                                                             | 0,50 | m |
| Banc gréseux dur formant une marche .....                                                                                   | 1    | m |
| Marnes tendres jaunes, schisteuses à la surface .....                                                                       | 2    | m |
| Marnes sablonneuses et gypsifères jaunes .....                                                                              | 0,50 | m |
| Grès marneux durs .....                                                                                                     | 1    | m |
| Marnes dures vertes avec minces feuillets roses et filons de gypse .....                                                    | 1,50 | m |
| Grès bruns à stratification entrecroisée .....                                                                              | 2    | m |
| Marnes tendres jaunâtres avec lits minces de grès ferrugineux .....                                                         | 3    | m |
| Marnes tendres jaunes avec grès ferrugineux au sommet ..                                                                    | 1    | m |

Cette série de marnes et de grès change latéralement et les couches se fondent insensiblement l'une dans l'autre. A défaut de fossiles, l'âge reste encore inconnu.

3. *Bathonien-Lias* (Couches 4-25 de Sadek) : marnes, grès et calcaires fossilifères.

IV. (11 m) Horizon supérieur de calcaires à Rhynchonelles ; falaise verticale de calcaires durs, marneux et fossilifères, avec quelques bancs de marnes, de schistes et de grès ferrugineux.

Calcaire compact et dur qui couronne toujours cette série

|                                                             |      |   |
|-------------------------------------------------------------|------|---|
| et renferme des fossiles caractéristiques.....              | 1    | m |
| Marnes gréseuses et gypsifères .....                        | 1    | m |
| Calcaire compact parfois feuilleté .....                    | 0,50 | m |
| Marne gréseuse feuilletée verte jaunâtre .....              | 0,50 | m |
| Calcaire compact riche en fossiles .....                    | 1,25 | m |
| Marne feuilletée jaune .....                                | 0,50 | m |
| Calcaire dur, compact, fossilifère .....                    | 2    | m |
| Marne jaune .....                                           | 0,40 | m |
| Grès dur, rouge brique, plus ferrugineux et rose au sommet. | 4    | m |

Les fossiles sont en général bien conservés et de même nature que ceux que l'on trouve dans les calcaires de l'horizon inférieur à Rhynchonelles (voir plus bas).

Une faille inverse soulève cette série et même aussi la série 4-I à 20 m vers l'W.

III. (27 m) Talus de schistes et marnes tendres et de grès ferrugineux, peu gypsifère ; les fossiles sont comparativement rares et mal conservés dans les grès.

|                                                                                                                          |      |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|
| Marne jaune .....                                                                                                        | 0,70 | m |
| Marne verte .....                                                                                                        | 0,80 | m |
| Grès ferrugineux dur, à patine noire .....                                                                               | 1    | m |
| Marne verte .....                                                                                                        | 1    | m |
| Grès ferrugineux .....                                                                                                   | 1,50 | m |
| Schiste gypsifère dur vert .....                                                                                         | 1    | m |
| Grès ferrugineux dur .....                                                                                               | 2    | m |
| Marne dure .....                                                                                                         | 1    | m |
| Grès ferrugineux dur .....                                                                                               | 0,50 | m |
| Marnes tendres, cachées par le sable .....                                                                               | 6    | m |
| Grès bigarrés à stratification entrecroisée .....                                                                        | 9    | m |
| Marne tendre .....                                                                                                       | 1    | m |
| Marne schisteuse tendre, jaune avec un banc mince de grès ferrugineux renfermant quelques moules internes de Bivalves .. | 1    | m |

Ces trois dernières couches varient latéralement en formant passage aux calcaires ci-dessous :

II. (20 m) Horizon inférieur des calcaires à Rhynchonelles; falaise verticale où dominent des calcaires riches en fossiles bien conservés.

|                                                                                                                         |      |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|
| Grès avec bancs marneux .....                                                                                           | 1    | m |
| Marne calcaire gypsifère dure .....                                                                                     | 1    | m |
| Calcaires feuilletés, assez fossilifères, bien développés vers le N, parfois gréseux vers la base .....                 | 10   | m |
| Calcaire gréseux fossilifère .....                                                                                      | 2,50 | m |
| Calcaire feuilleté moins dur, fossilifère avec un banc de marne au sommet .....                                         | 2    | m |
| Calcaire compact jaune .....                                                                                            | 1    | m |
| Calcaire plus dur, parfois gris, parfois gréseux rose, compris entre deux lits minces de marne gypsifère et gréseuse .. | 0,50 | m |
| Marne feuilletée rose ou blanche avec bancs de grès à stratification entrecroisée .....                                 | 1,50 | m |
| Grès à stratification entrecroisée .....                                                                                | 1    | m |

Les couches gréseuses 20-22 de Sadek semblent plus calcaires et témoignent de faciès plus profonds.

Dans les deux horizons à Rhynchonelles, les fossiles ne sont pas rassemblés dans des niveaux (étages) déterminés; il n'y a ni Ammonites, ni Oursins. Les espèces bathoniennes sont plus nombreuses que les bajociennes; les calloviennes sont comparativement rares.

BAJOCIEN : ? *Terebratula submaxillata* DAVID., *Zeilleria subbucculenta* CHAP. et DEW., *Parallelodon* aff. *drya* D'ORB.?, *P.* cf. *delia* D'ORB.?, *Trigonia hemispherica* LYC. race *asiatica* DOUV., *Modiola* cf. *solenoides* M. et LYC., *Ceromya* (*Ceromyopsis*) *rostrata* DOUV., *Pholadomya orientalis* DOUV., *Arcomya deserti* DOUV., *Natica* sp., *Cerithinella* sp., etc...

BATHONIEN : *Rhynchonella obsoleta* SOW., *Rh. concinna* SOW., *Terebratula quillyensis* BAY., *Nucula* aff. *tenuistriata* SOW., *Leda decorata* DOUV., *Trigonia pullus* SOW., *T.* aff. *imbricata* SOW., *Pleuromya* sp., *Pholadomya* (*Homomya*) *inornata* SOW., *Astarte pisiformis* SOW., *Pachytypus paucicostata* T. et J., *Pronœlla leveana* M. et LYC., *Amphitrochus mogharensis* DOUV., *Natica* sp., *Exelissa solitudinis* DOUV., *E. strangulata* D'ORB., *Procerithium deserti* DOUV., *Terebrella laevis* DOUV., *Alaria armata* M. et LYC., *A. tumida* LAUBE, *Cylindrites attenuatus* DOUV.

BATHONIEN SUPÉRIEUR : *Rhynchonella Orbigny* OPPEL, *Eudesia cardium* LMK.

BATHONIEN-CALLOVIEN : *Liogryphea costellata* DOUV., *Tyracia vicelliacensis* D'ORB.

CALLOVIEN : *Sphaera madagascariensis* NEWT., *Pseudotrapezium syriacum* COSSM., *Isocyprina* aff. *Douvillei* COSSM.

I. (62 m) Talus formé par une série bigarrée, schisteuse et gypsifère de marnes tendres et de grès ferrugineux, quartziteux ou grossiers et à stratification entrecroisée (couches 4-16 de Sadek).

|                                                                                                                                         |      |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|
| Schistes gypsifères bigarrés avec bancs de grès et de marnes                                                                            | 5    | m |
| Grès ferrugineux.....                                                                                                                   | 0,15 | m |
| Grès brun à stratification entrecroisée.....                                                                                            | 0,85 | m |
| Marne cachée par des éboulis.....                                                                                                       | 2,50 | m |
| Marnes feuilletées rouges avec grès à stratification entrecroisée près du sommet et un banc mince de grès rouge au milieu.....          | 5    | m |
| Grès à stratification entrecroisée, à patine brun foncé.....                                                                            | 0,50 | m |
| Marne gréseuse feuilletée jaune blanchâtre.....                                                                                         | 1    | m |
| Grès à stratification entrecroisée, rosé à patine brun foncé.                                                                           | 0,50 | m |
| Marne gréseuse feuilletée, brun jaunâtre.....                                                                                           | 1    | m |
| Grès à stratification entrecroisée, brun avec un banc rouge au sommet.....                                                              | 3    | m |
| Marne gréseuse tendre, brune et jaune.....                                                                                              | 2    | m |
| Grès à stratification entrecroisée brun.....                                                                                            | 1    | m |
| Marne gypsifère dure, verte.....                                                                                                        | 1    | m |
| Marne schisteuse tendre.....                                                                                                            | 2    | m |
| Marne feuilletée rouge, parfois gréseuse et brune.....                                                                                  | 1    | m |
| Marne feuilletée jaune (sans grès).....                                                                                                 | 2,50 | m |
| Série de marnes gypsifères couverte de schiste tendre et de grès rouge et renfermant des moules internes de Bivalves mal conservés..... | 2    | m |
| Marne gypsifère tendre, jaune.....                                                                                                      | 0,30 | m |
| Grès ferrugineux pourpre, à patine brune, et contenant des moules mal conservés en oxyde de fer.....                                    | 0,50 | m |
| Marne gypsifère dure, verte.....                                                                                                        | 1    | m |
| Marnes tendres avec bancs minces de grès peu ferrugineux.                                                                               | 5    | m |
| Marne schisteuse tendre, jaune, avec un banc mince de grès ferrugineux.....                                                             | 1    | m |
| Marne gréseuse jaune.....                                                                                                               | 0,50 | m |
| Marne gypsifère dure, verte, jaunâtre.....                                                                                              | 1    | m |
| Grès à stratification entrecroisée, avec des feuillets de marne au milieu.....                                                          | 2    | m |
| Marne gréseuse.....                                                                                                                     | 0,50 | m |
| Marne dure, verte.....                                                                                                                  | 1    | m |
| Marnes gréseuses et grès formant une falaise.....                                                                                       | 6    | m |
| Marne schisteuse tendre, bigarrée.....                                                                                                  | 2,50 | m |
| Marne gréseuse cachée par un éboulis.....                                                                                               | 3,50 | m |
| Grès à stratification entrecroisée.....                                                                                                 | 1    | m |
| Marnes schisteuses tendres, à patine blanche et grise.....                                                                              | 2    | m |
| Marnes feuilletées pourpre foncé, avec lits minces de grès à stratification entrecroisée et de schistes.....                            | 3    | m |

Les couches de cette série passent les unes aux autres et les lits de la base manquent parfois, l'on remarque alors une lacune très nette.

Malheureusement, l'état de conservation de la faune n'est pas

parfait et laisse planer un certain doute même sur la détermination générique. D'autre part, c'est vers la base de cette série marno-schisteuse que j'ai trouvé, en 1946, les empreintes végétales étudiées plus loin par A. Carpentier.

F. J. Lewis avait tout d'abord déterminé comme *Alethopteris lonchitica* ma première trouvaille de 1938, ce qui fit attribuer ces couches au Westphalien-Permien inférieur. Cela m'avait amené à admettre un âge carbonifère pour la série basale des Grès de Nubie située au-dessous et attribuée jusqu'ici au Trias-Lias par Sadek Pacha. D'après A. Carpentier, au contraire, la série marneuse serait plutôt d'âge rhétien ou même infra-lia-sique.

2. *Terrains antérieurs au Lias* : C'est la série inférieure des Grès de Nubie (couches 4-3 de Sadek) : ce sont des grès bigarrés azoïques et ferrugineux, à stratification entrecroisée, très variables comme dureté, granulométrie et coloration. Beaucoup de lits de marnes gypsifères tantôt calcaires, tantôt schisteuses s'y intercalent.

1. *Pleistocène* : Au pied de la montagne s'étendent les couches les plus récentes sous la forme d'une plage soulevée fossilifère qui n'avait pas été reconnue jusqu'ici. Les fossiles y sont les suivants :

*Trochus* aff. *maculatus* L., *Nerita albicilla* L., *Cypraea* cf. *erosa* ou *vitellus*, L., *Natica maculata* L., *Cassis nodulosa* GMELIN, *Murex ternispina* LMK., *Sistrum elatum* BLAINV., *Oliva ispidula* L., *Anadara radiata* REEVE, *Plicatula*? cf. *ramosa* LMK., *Ostrea cucullata* BORN., *O. cucullata* BORN. var. *cornucopiae* GMELIN, *O.* cf. *gryphoides* SCHLOTH., *Venericardia Cumingi* DESHAYES, *Kodakia (Codakia) fibula* REEVE, *Donax trifasciatus* REEVE, *Circe* cf. *lentiginosa* CHEMNITZ, *Chama cornucopiae* REEVE, *Ch. nivalis* REEVE, *Asaphis deflorata* L., *Laganum depressum* LESSON, *Orbicella Forskali* ED. et H., *O.* cf. *mammillosa* KLUNZINGER, *O. Derancei* ED. et H., *Solenastroea chalcidium* FORSKAL., *Leptastraea Ehrenbergi* ED. et H.

Comme nous l'avons vu plus haut, la limite exacte entre les différents étages de tous les affleurements à partir de la série inférieure des Grès de Nubie jusqu'au sommet de la série supérieure n'est pas encore établie définitivement. Je crois que cette série est très lacuneuse. Souhaitons donc que de nouvelles recherches viennent apporter des éléments d'informations plus complets, grâce auxquels, nous pourrions enfin parvenir à définir, de manière satisfaisante tous les horizons géologiques.

## II. — DESCRIPTION DE LA FLORE

PAR A. Carpentier.

## 1. ÉQUISÉTALES.

*Equisetites* sp. Pl. XX, fig. 1-3.

Les débris en sont fréquents, mais fragmentaires; un diaphragme est photographié Pl. XX, fig. 2; le spécimen (Pl. XX, fig. 1) offre un entrenœud avec traces de gaines foliaires; l'entrenœud est relativement court à comparer à ceux de l'*E. Muensteri* STERNB.; les gaines foliaires sont ornées de granulations.

REMARQUE. On signale ici sous le nom de *Rhabdocaulon* quelques empreintes d'axes costulés, ressemblant à certains spécimens figurés par Fliche (p. 253, pl. XXV, 5, XXVI, 1 et 2) et placés justement par lui parmi les *incertae sedis*.

## 2. FILICALES.

A. *Matoniacées*. *Phlebopteris* (= *Laccopteris*) aff. *Ph. Muensleri* (SCHENCK) HIRMER ET HOERHAMMER. Pl. XIX, fig. 1-4.

Quelques longues pennes (9 cm) non attachées à leur pétiole; pinnales aléthoptéroïdes disposées en ordre alterne ou subalterne, à sommet arrondi, les plus grandes mesurant 12 mm de longueur et 3,7 mm de largeur de base; de part et d'autre de la nervure médiane de chaque pinnule, une série de fossettes indiquant l'emplacement des réceptacles des sores.

RAPPORTS PALÉONTOLOGIQUES. Le port et le type de nervation de cette fougère rappellent ceux du *Phl. Muensteri* d'âge rhétoliasique (Harris, 1937, p. 20-22).

B. *Pétiole de fougère*. Pl. XIX, fig. 4. Coupe transversale de la région supérieure d'un gros pétiole, montrant deux méristèles très enroulées. Il se peut qu'il s'agisse d'un pétiole émettant de fortes branches, à comparer aux figures que M. Bower (p. 222) donne du *Matonia pectinata*.

C. *Osmondacées*? Pl. XX, fig. 3. Quelques fragments de longues pennes à folioles ovales arrondies, à nervures dichotomes flexueuses, ressemblent à certaines formes du Trias supérieur de Virginie (U. S. A.) que Fontaine (p. 25, pl. VIII, 3) rangeait dans le genre *Acrostichites* et que Seward comprend dans la synonymie du *Todites Williamsoni* (BRONG.).

D. *Gleichéniacées*. *Cladophlebis* sp. Pl. XIX, fig. 5.

Frondes pour le moins bipennées, à rachis solide, à folioles pécoptéroides, à nervure médiane paraissant assez détachée à la base, traces de nervures latérales dichotomes par places.

Cette fougère est comparable, ce semble, à celle que j'ai signalée sous le nom de *Cladophlebis* sp. et que M. Lamare avait découverte dans la série de Kholan (Yémen septentrional) en association avec une autre fougère (*Woodwardites microlobus* SCHENCK) limitée dans son extension verticale (Rhétien-Infralias) (A. Carpentier et Lamare, p. 91).

## 3. BENETTITALES. WILLIAMSONIÉES.

Cf. *Zamites*, groupe *Z. gigas* LINDL. et HUTT. sp. Pl. XX, fig. 4-5.

Quelques fragments de grandes frondes dont les pennes peuvent dépasser 9 cm de longueur et sont attachées à la face supérieure du rachis; chaque penne s'élargit nettement près de la base d'insertion qui paraît symétrique; le limbe se rétrécit insensiblement vers le sommet aigu; les nervures sont fines et nombreuses, dichotomes par places à la base.

RAPPORTS PALÉONTOLOGIQUES. Le mode d'insertion des pennes paraît identique à celui du *Zamites Schmidellii* STERNB., trouvé dans plusieurs gisements liasiques du Banat (Andrae, p. 59, pl. IX) et que J. Andrae tenait pour voisin du *Z. gigas*. Celui-ci peut être considéré comme un type autour duquel gravitent un certain nombre de formes jurassiques: *Z. Feneonis* BRONG., *Z. Moreani* BRONG., *Z. Schmidellii* (cf. Seward, 1917, p. 533). Les spécimens de provenance égyptienne ont toutefois les pennes relativement plus étroites et plus longues que le *Z. Schmidellii*.

Sous le nom de *Zamites vogesiacus*, Schimper et Mougeot (p. 54, pl. XVIII, 1) ont signalé un fragment de fronde qu'ils ont comparé à l'*Otozamites acuminata* (LINDL.) et au *Z. Feneonis*; Fliche (p. 180) a mentionné cette espèce: la base des pennes serait dissymétrique, auriculée, mais du côté inférieur. R. Zeiller écrit à ce sujet: « Le genre *Zamites* semble apparaître pour la première fois dans le Trias inférieur avec le *Z. vogesiacus* si tant est que cette espèce doive réellement lui être attribuée. » (Zeiller in Fliche, p. 285).

Ajoutons qu'il est très possible que les frondes en question appartiennent au genre *Otozamites* BRACH; MM. Oishi et Huzioka ont, par exemple, signalé, dans le Rhétien de Nariwa (Japon)

une espèce à longues pennes étroites, à nervation dense, à laquelle les empreintes d'Égypte peuvent très bien être comparées ; celles-ci offrent toutefois à la base des pennes des renflements symétriques, tandis que l'*Otozamites* japonais a la base très nettement auriculée antérieurement (Oishi et Huzioka, p. 89, pl. XI ; 1, 1 a).

#### CONCLUSIONS.

1. La fougère fertile à pinnules aléthoptéroïdes ne peut se rapporter au genre carbonifère *Alethopteris*. Il s'agit d'une espèce de *Phlebopteris* (anciennement *Laccopteris*) apparentée à une forme du Rhétien-Infralias.

2. La présence de frondes de *Bennettitale* comparable à certaines formes de *Zamites* jurassiques, plaide dans le même sens.

3. De nouveaux documents sont toutefois nécessaires pour définir d'une façon ferme l'âge précis des formations fossilifères.

#### BIBLIOGRAPHIE

1. ANDRAE H. J. — Beiträge zur Kenntniss der fossilen Flora Siebenbürges und des Banates. *Abh. K. K. geol. Reichsanst.*, Bd II-III Abth. n° 4, Wien, 1855.
- 1 bis. BULLEN NEWTON R. — Pleistocene Shells from the Raised Beach Deposits of the Red Sea. *Geol. Mag. London*, Dec. XV, vol. VII, 1900, p. 500-515 et 544-560.
2. BOWER F. O. — The Ferns, II, *Cambridge Bot. Handb.*, 1926.
3. CARPENTIER A. et LAMARE P. — Végétaux fossiles du Yémen. *B. S. G. F.* (5), II, 1932.
4. CARPENTIER A. et FARAG I. — Sur une flore probablement rhétienne à El Galala El Bahariya (rive occidentale du golfe de Suez, Égypte). *CR. Ac. Sc.*, t. 226, 23 février 1948.
5. FARAG I. — Preliminary Notes on the Geology of Risan Aneiza. *Bull. Fac. Sc. Fouad I<sup>er</sup> Univ.*, n° 26, Cairo, 1927, p. 23.
6. — The Jurassic Formations in Egypt. Thèse présentée pour le grade de Ph. D. en 1941 (*sous presse*).
7. FLICHE P. — Flore fossile du Trias de Lorraine et Franche-Comté avec considérations finales de R. ZEILLER, Berger-Levrault, Paris, 1910.
8. FONTAINE W. — The older Mesozoic Flora of Virginia. *U. S. Geol. Surv.*, VI, 1883.
9. FOURAU R. — Sur la constitution géologique du massif du Gebel Galala El Baharieh (Égypte). *B. S. G. F.* (3), XXVIII, 1900, p. 33-34, fig. 1.
10. HALLE Th. G. — Zur Kenntniss mesozoischen *Equisetales* SCHWEDENS *Kungl. Svenska Vetensk. Handl.*, Bd 43, n° 1.

41. HARRIS T. M. — The Fossil Flora of Scoresby Sound East Greenland. *Medd. Gronland*, Bd 85, n° 2, 1931, Bd 112, n° 2, 1937.
42. OISHI, SABURO et HUZIOKA. — Fossil plants from Nariwa. A supplement. *Journ. Fac. Sc. Hokkaido Imp. Univ.*, ser. IV, vol. IV, nos 1-2, 1938.
43. SCHIMPER et MOUGEOT. — Monographie des plantes fossiles du Grès bigarré de la chaîne des Vosges, 1844.
44. SADEK H. — The distribution of the Jurassic Formations in Egypt and Sinaï. *C. R. XIII<sup>e</sup>, Congrès géol. int.*, 1922, p. 1039-1057.
45. — The Geography and Geology of the District between Gebel Atâqa und El Galâlâ El Baharyia (Gulf of Suez) *Paper Surv. Egypt, Min. Finance*, n° 40, Cairo 1926, p. 35-36.
46. SEWARD A. C. — Fossil plants II, 1910-III, 1917.
47. ZEILLER R. — in Fliche, 1910.

## EXPLICATION DES PLANCHES XIX ET XX

### PLANCHE XIX.

#### *Phlebopteris* aff. *Ph. Muensteri*.

- FIG. 1. — Vue d'ensemble, quelques pennes; gr. 5/9.  
 FIG. 2 et 3. — Folioles fertiles; gr. 37/17 et 42/17.  
 FIG. 4. — Rachis à deux méristèles, grandeur naturelle.

#### *Cladophlebis* sp.

- FIG. 5. — Fronde bipennée; 5/7.

### PLANCHE XX.

#### *Equisetites* sp.

- FIG. 1. — Entrecœud et feuilles; gr. 2/1.  
 FIG. 2. — Diaphragme; gr. 3/2.

#### Cf. *Todites*.

- FIG. 3. — Quelques pennes rattachées à gauche — débris d'*Equisetites* à droite; gr. 2/1.

#### *Zamites* sp. aff. *Z. gigas*.

- FIG. 4. — Fragment de fronde; 4/7.  
 FIG. 5. — Base de penna et rachis; gr. 5/2.  
 FIG. 6. — Axe costulé, nature. *Incertae sedis*.



## L'ÂGE DES PRINCIPAUX GISEMENTS DE CALCAIRE PISOLITHIQUE

PAR A. Chavan <sup>1</sup>.

Jè me propose de développer les vues d'une note récente <sup>2</sup>, première synthèse d'études sur la faune du « pisolithique ». Mes conclusions peuvent être maintenant précisées par la comparaison des principaux gisements et l'examen de leurs rapports avec la Craie. Le cadre de la note précitée ne permettait pas cette analyse, que de nouvelles observations viennent d'autre part faciliter.

Le problème du « pisolithique » apparaît complexe et la vérité ne pourra sans doute se faire jour qu'à la longue. Mon ébauche de synthèse aura donc besoin d'être perfectionnée, ce que j'espère faire à l'occasion d'une étude générale des Mollusques de la formation. Le présent travail débute par des remarques sur l'âge de la Craie supérieure : je les crois nécessaires pour bien situer le « pisolithique » et sa faune.

### I. — LA CRAIE SUPÉRIEURE.

On sait qu'elle est plus ou moins érodée et que ses hautes assises, conservées suivant l'axe de Meudon, apparaissent dans la proche banlieue parisienne. Il s'agit là d'un banc à *Belemnitella mucronata* et Rhynchonelles surmontant, à Meudon même, celui à *Micraster Brongniarti*. Ces couches ont été parallélisées avec l'assise belge de Nouvelles <sup>3</sup>, mais aussi rapportées avec elle au Campanien <sup>4</sup>. Pourtant, il n'apparaît guère possible d'y voir moins que du Maestrichtien inférieur ou basal, suivant l'opinion de Haug. Je rappellerai seulement : 1) qu'on rencontre à Meudon des Céphalopodes et Gastropodes aux affinités maestrichtiennes ; 2) qu'ailleurs et *plus bas*, *B. mucronata* s'associe à *l'Actinocamax*

1. Note présentée à la séance du 6 décembre 1948.

2. A. CHAVAN. Rapports entre Danien et Calcaire pisolithique, *CR. Ac. Sc.*,

t. 226, Paris, 1948, n° 14, p. 1135-37.

3. Parce qu'ayant (LERICHE) deux Poissons en commun qui ne se rencontrent pas ailleurs. Le parallélisme doit être appuyé sur des raisons plus solides.

4. Notamment d'après une comparaison avec les Foraminifères du SW, milieu tout autre et dont les éléments chauds n'ont pu s'étendre au N qu'avec un certain décalage.

*quadratus*, coexistence habituelle au Campanien supérieur (zone 3) et non moyen (zone 2); 3) enfin, qu'à la base seulement de cette assise à deux Bélemnites, se rencontrent, avec *Offaster pilula* abondant, d'autres fossiles des zones inférieures à *quadratus* seul. On a donc le haut du Campanien complet sous la craie de Meudon, début de la zone à *Bostrychoceras* maestrichtienne<sup>1</sup>. Mais même si l'on tenait à intégrer cette craie dans l'assise à *Magas* de Montereau, légèrement plus ancienne et rapportée, comme Nouvelles, au Campanien, l'association des deux Bélemnites empêcherait au moins de placer de telles formations plus bas que le niveau supérieur de cet étage. Je ne suivrai donc pas R. Soyer<sup>2</sup> lorsqu'il qualifie — certainement par suite d'un lapsus calami — de Campanien inférieur la craie de Montainville, qui peut être de la zone 2 (de Grossouvre), et surtout de Campanien moyen celle de Meudon, typifiée par *B. mucronata*, comme ce n'est le cas qu'au sommet de l'étage et au delà.

La craie en contact avec le calcaire « pisolithique » est donc du Campanien supérieur vers l'W (Vigny) comme l'E (Vertus, Montereau) du Bassin; plus ancienne localement, elle peut atteindre, par contre, le Maestrichtien, notamment autour de Paris et s'y terminer par un banc durci, qui témoigne du passage aux conditions littorales.

## II. — LES PRINCIPAUX GISEMENTS DE « PISOLITHIQUE » D'E EN W.

**Le Mont Aimé.** — Il s'agit là d'une assise puissante, débutant par un lit argileux, puis bréchoïde, suivis de calcaires alternant avec des marnes et des faciès arénacés. On associe généralement les couches du Mont Aimé et de Vertus, de sorte qu'il est difficile de dire l'endroit précis d'où proviennent des espèces citées. Au Mont Aimé, les blocs de calcaire gréseux du niveau « 6 » à Cardites, fournissent en abondance des formes danomontiennes<sup>3</sup>: *Arca montensis* COSSM., *Corbis montensis* COSSM. = *sublamel-*

1. Que resterait-il autrement, d'ailleurs, de cette zone universellement reconnue, puisque la craie de Spiennes, qui suit Nouvelles, a, selon Leriche lui-même, une faune renouvelée, mais qui s'apparente déjà à la zone 2 à *Discoscaphites constrictus*.

2. R. SOYER. Sur la craie tubuleuse et les dépôts montiens, *C. R. somm. S. G. F.*, 1947, p. 66-67.

3. C'est-à-dire existant dans les deux étages, le tuffeau de Ciply étant considéré comme Danien, selon l'opinion de VINCENT justifiée par DE LAPPARENT (Traité, 5<sup>e</sup> éd., p. 1470) et contrairement au titre du mémoire posthume de VINCENT (1930), car la faune garde un cachet trop mixte pour aller dans le Montien, avec lequel Vincent lui trouve « un sensible écart ».

*losa* D'ORB., ou « locales », c.-à-d. spéciales à la formation : *Turritella* cf. *supracretacea* D'ORB., *Hipponix ornatissimus* D'ORB. (*Capulus*), *Cerithium*? n. sp. distinct de *sexlinum* (BR. et C.) auquel je l'avais référé, associées à *Venericardia Ruedeli* RAVN, *Surcula* cf. *hauniensis* (V. KOEN.), du Montien inférieur germano-danois, ce qui laisse bien penser qu'il s'agit de la limite inférieure de l'étage. La liste des fossiles de Vertus, reproduite dans R. Soyer<sup>1</sup>, ne comprend aucun Mollusque avec détermination spécifique, de sorte que l'âge général ne peut être apprécié que par les déterminations précédentes, faites sur un seul niveau que j'ai pu étudier en 1947 et sur la considération de la faune ichthyologique, dispersée. Soyer rappelle cependant l'existence d'éléments crétacés « attardés », que j'ai pu voir dans les matériaux Hébert à la Sorbonne : avec *Pycnodonta semiplana*, *Neithea regularis* brisés, *Lima tecta*, *Chlamys cicatrisata* (déterminée *subgranulata*) et *dentata*, formes fragiles, ne paraissent pas avoir été remaniées, ou très peu. Ces fossiles proviennent apparemment d'un niveau inférieur à celui étudié (leur gangue n'est pas identique), sans doute la couche « 2 » à Lima de Grandmont. Ainsi, la base des gisements serait crétacée franche, ou alors révélerait l'existence d'un Maestrichtien disparu, remanié sur place. Il est en effet risqué de rapporter ces fossiles au Campanien supérieur à Magas, sous-jacent, d'où *L. tecta* et *C. cicatrisata* du moins ne paraissent pas connus<sup>2</sup>. *Chlamys dentata* marque les mêmes affinités nord-orientales que la *Venericardia* montienne, mais c'est une espèce crétacée seulement. On ne peut donc admettre de lacune qu'à partir du Maestrichtien jusque vers le Danien supérieur ou moyen, à partir duquel une sédimentation continue paraît s'être établie.

**Montereau.** — Ch. d'Orbigny avait signalé au bois d'Esmans quinze grandes carrières de « pisolithique » (1837). D'après des indications d'auteurs, Soyer s'exprime ainsi sur elles, p. 53 (*op. cit.*) : « Par la suite, les gisements ayant été abandonnés, il devint impossible de retrouver le calcaire dans le bois d'Esmans. On n'y observe plus, sous la végétation, que quelques excavations obliérées et sans aucune trace de calcaire montien. » Pourtant, P. Marie et moi-même avons pu retrouver, à l'endroit marqué sur la carte, deux grandes carrières visiblement très anciennes,

1. R. SOYER. Recherches sur l'extension du Montien dans le Bassin de Paris, *Bull. Serv. Carte géol. France*, n° 213, XLIV, 1943.

2. Avec la *Neithea* même, la seule espèce comparable qui en soit citée est *Chlamys cretosa*, voisine de *dentata* (voir A. HURE, in *Bull. Soc. Sc. Yonne*, 85, 1931).

mais encore fraîches et donnant la coupe même étudiée par Hébert autrefois. Des affleurements voisins sont masqués, mais à droite de la route, en lisière du bois, plusieurs excavations notables laissent encore voir le sommet de la formation. Plus bas, affleure la craie fossilifère, à *Magas*. Les gisements lui paraissent adossés, car à l'autre extrémité des buttes, face au chemin de Noisy-Rudignon, c'est la Craie qui constitue le sommet et non l'« Éocène inférieur » de Thomas, lequel niait par ailleurs l'existence même des carrières de calcaire.

R. Söyer donne une liste des fossiles du Bois d'Esmans et place la localité dans le Montien, citant Munier-Chalmas qui y voyait le début de cet étage. Mais la liste ne comprend que deux fossiles spécifiquement nommés, *Neithea quadricostata* (= *regularis*) maestrichtien, et *Nautilus Heberti* (= *Bellerophon*) danién. Cela ne peut confirmer l'attribution retenue, en désaccord avec les opinions de Ch. d'Orbigny, A. d'Orbigny, Hébert, St. Meunier, Haug, de Lapparent, P. Combes fils, G. F. Dollfus, qui jugeaient ces couches plus anciennes. Pour décider, ce ne sont pas deux Mollusques, mais seize (plus deux Oursins) cités par Combes <sup>1</sup>, que je discuterai ; trois maestrichtiens, un maestrichto-danién, deux daniens, un dano-montien, six probablement spéciaux au « pisolithique » et d'affinités surtout daniennes, un vraiment montien, mais de genre à formes analogues dans le Crétacé, enfin deux de mêmes affinités plus douteuses. Il n'y a ni représentant d'immigré mésogéen montien, ni même de forme typiquement tertiaire. Ainsi, l'existence du Danién, dont les Nautilites cités sont caractéristiques, paraît seule prouvée, indiquant comme à Vertus des liaisons nord-orientales. Pour les éléments antérieurs se pose la même question du remaniement, car leur présence reste insolite dans cet ensemble. Or, *Lima tecta* ne paraît, au moins, pas remaniée (coll. Sorbonne) dans le calcaire dur de base. Les fossiles daniens cités, non retrouvés en collection, doivent venir du sommet, marno-sableux et sans doute confondu avec « l'Éocène inférieur » ; ou du haut des calcaires. L'ensemble paraît inférieur au niveau à Cardites du Mont Aimé, ce qui confirme l'âge admis par les premiers auteurs.

**Meudon.** — La faune des calcaires de Meudon comprend des espèces locales, associées surtout à des coquilles de Ciply et de Mons. On est donc à la limite du Montien, comme au Mont Aimé, avec prédominance de certaines mêmes espèces, mais aussi

1. P. COMBES fils. Géologie de la région parisienne. Paris, 1908.

influences occidentales plus nettes, justifiées par la situation géographique. La Craie sous-jacente, plus complète, se termine par un banc durci fossilifère. La mer danomontienne aurait baigné ces régions centrales un peu plus tard qu'à l'E alors que (Ravn) le prolongement belge de la mer daniennne venue du NE était coupé de ses bases et capté par une avancée de la transgression occidentale amenant, par l'Atlantique et la Manche, de nombreux genres mésogéens. Ceux-ci coexistent donc avec des formes nordiques ou plus anciennement immigrées. On trouve encore à Meudon la *Ciplyella pulchra* de Cibly et de Faxe, mais à une faune encore mixte va bientôt succéder un ensemble tertiaire. Les « marnes de Meudon » qui surmontent le calcaire sont, en effet, franchement montiennes. Il ne s'agit pas d'une dessalure progressive du calcaire *inférieur*, car deux cordons de blocs à Miliolles, avec faune marine de Mollusques tout à fait montiens, témoignent de l'abrasion d'une couche intermédiaire<sup>1</sup>. C'est un fait connu, mais trop laissé dans l'ombre, et qui confirme la séparation paléontologique nécessaire entre calcaires et marnes ou calcaires supérieurs. Leur distinction, même légère, s'oppose au rattachement en bloc du « pisolithique » à un même étage, et surtout à un seul niveau.

**Rueil.** — Souterrain où des calcaires précèdent encore des marnes, mais donnent seuls une faunule, déterminée par Soyer. Il peut s'agir du Montien véritable incomplet à Meudon (cordons calcaires) puisqu'à côté de formes danomontiennes (*Corbis montensis*) ou locales (*C. multilamellosa*) et d'un Nautilé non précisé, se trouvent de bonnes espèces de Mons, comme *Sigmesalia patula* (Br. et C.) (déterminée *Turritella* cf. *instabile*). *Miltha montensis* (Cossm.) (*Phacoïdes*), *Pseudoliva* cf. *Ludovicae* ou plutôt *robusta*, de même âge, etc., avec *Campanile hebertianum* (D'ORB.) (*Cerithium*), espèce dont l'identification au *nerineale* montien reste probable.

**Port-Marly.** — Comme à Meudon, calcaire en liaison avec la craie durcie. On voit encore le contact en bordure de la route de Saint-Germain. Quelques fossiles du « Parc des Lions » sont conservés au Muséum et s'ajoutent aux références du *Prodrome*. Il semble s'agir d'un niveau comparable au banc à Cardites du Mont Aimé et à Meudon : par suite, à la limite du Montien, avec espèces de Cibly, Copenhague, Mons, et locales. Peu ou pas d'éléments archaïques, ce qui paraît constant dans les gisements

1. Réduite, mais équivalente de Mons marin qui se termine de même par un épisode marneux.

sur craie durcie (et les niveaux fossilifères séparés de la craie par plusieurs couches).

**Laversines.** — Au N de l'axe du Bray, cet affleurement, adossé à la craie, renferme, avec l'*Hercoglossa*, le *Cidaris* classiques et une *Terebratula* rapportée à l'*ovata* crétacée, des espèces locales aux affinités daniennes. Il se situerait assez bas, comme Montereau. On ne trouve en tout cas pas d'espèce montienne dans la courte liste reproduite par Soyer; celle, à revoir, de Graves, fait état d'éléments fort anciens, notamment d'une *Crania* crétacée, déterminée *nodulosa* HOENNIG. Ne serait-ce pas plutôt l'espèce du Danien supérieur nordique (*tuberculata* NILS.) qu'il serait infiniment intéressant de retrouver en France.

**Meulan-Gaillon.** — Ces gisements ont été rapportés au Montien par analogie, sans analyse de leur faune. J'ai reconnu quelques espèces locales, dont deux des « *Arca* » du Prodrôme, d'affinités daniennes et communes ailleurs. Le calcaire est en contact avec la craie durcie; il comprend plusieurs niveaux fossilifères, à comparer. Il serait donc prématuré d'en préciser l'âge.

**Montainville.** — Voici l'une des plus riches localités, ce qui permet d'apprécier des proportions d'espèces. Jusqu'ici, j'ai surtout trouvé des formes spéciales au « pisolithique » (18) avec 7 d'affinités douteuses, 14 maestrichtodaniennes, ou daniennes, dont 10 ne dépassant pas cet étage et 4 passant dans le Montien, 4 montiennes. L'épaisseur des couches est notable; la base, très fossilifère, apparaît riche en Coralliaires<sup>1</sup>. J'ai considéré ce gisement comme assez jeune; à vrai dire, sa situation occidentale explique déjà bien des apports. On peut penser au niveau de Ciply, 3 seulement des 18 espèces datées lui étant, jusqu'ici, toujours antérieures et 4 postérieures; les 11 autres y ont vécu et certaines des formes non locales y présentent des apparentées.

**Vigny.** — Le plus controversé des affleurements du « pisolithique » donne actuellement les proportions d'espèces suivantes: 22 spéciales à la formation, 3 douteuses d'affinités, 3 infradaniennes, 8 daniennes ne dépassant pas l'étage et 3 le dépassant; 8 montiennes; sur 22 formes datées, l'essentiel de la faune, 5 antérieures en tout cas à Ciply, 8 postérieures. L'ensemble est donc un peu moins homogène qu'à Montainville et, bien qu'il ne

1. Remarque soulignée par M. ALLOITEAU, qui les considère comme assez archaïques.

paraisse, d'après ces premiers résultats, guère différent d'âge, la séparation s'accuse plus nettement avec le Montien franc. Mons n'a plus ce caractère de faune mixte, que Ciply conserve et Faxé davantage. Comparaison faite avec les gisements de Vertus et, tenant compte de l'éloignement, des faciès, on serait plutôt au niveau renfermant des fossiles crétacés (les mêmes se retrouvent ici, mais généralement encroûtés, ne permettant guère de discuter leur origine) qu'à celui des Cardites et, par conséquent, plus loin du Montien, autant, *pour le moins*, que Ciply. Toutefois l'impossibilité jusqu'ici d'affirmer que les trois fossiles infradaniens sont en place constitue une objection à l'intercalation de cette faune dans la craie à *Magas*, plusieurs fois suggérée. S'il reste en effet admissible que des immigrés mésogéens aient, par la vallée de la Seine, atteint le Bassin de Paris avant la Belgique (mais avec un tel décalage ?) et que leurs espèces maestrichtiennes chaudes aient pu reparaitre à Ciply ou à Mons après la lacune du début du Danien, il faudrait au moins que Vigny garde, comme Maestricht, d'incontestables éléments antédaniens en place dans son « pisolithique », associés aux apports méridionaux. Il faudrait aussi pouvoir prouver que la craie surplombante est entièrement maestrichtienne, contemporaine du début des migrations.

Je n'ai malheureusement que peu d'éléments d'appréciation sur Ambleville, gisement le plus occidental connu de « pisolithique » ; il paraît justifier d'un âge analogue.

### III. — CONCLUSIONS.

Les gisements de calcaire « pisolithique » correspondent à des faciès lithologiques variables. Leur faune n'en conserve pas moins une certaine unité, qu'il faudrait pourtant se garder d'imaginer complète. Les premiers dépôts témoignent de l'existence d'un Crétacé vraisemblablement plus élevé que celui de Meudon, en place ou remanié dans le Danien. La reprise de la sédimentation justifie en tout cas la conception d'un Danien encore relié aux mers nord-orientales, mais bientôt mélangé d'apports occidentaux dont la vallée de la Seine paraît avoir été la route<sup>1</sup>; alors, la liaison nordique s'est oblitérée. C'est le même phénomène que celui décrit pour la Belgique, mais ce pays ne paraît l'avoir subi qu'un peu plus tard, la faune de Ciply apparaissant

1. G. F. DOLLFUS (*C. R. somm. S. G. F.*, 1911, p. 97) pressentait la possibilité d'y distinguer plusieurs horizons. HAUG, COMBES fils, voyaient en tout cas un Danien et un Montien parisiens distincts.

moins archaïque. Une transgression plus récente, venue du S par le NW, longeant l'Atlantique et la Manche, correspond au cycle montien, dont le « pisolithique » supérieur et ses marnes se révèlent les témoins.

L'ensemble de la formation peut déjà être qualifié de *dano-montien*, puisqu'il justifie au moins de deux épisodes, correspondant à partie de ces deux étages. Il y a lieu d'établir une distinction entre Montien franc et inférieur, que certains gisements présentent superposés ; mais d'autres localités sont franchement plus anciennes<sup>1</sup>. La faune se renouvelle d'autant plus qu'on se rapproche davantage du Montien, mais, ici comme ailleurs, le Danien marque déjà de nettes affinités avec le Tertiaire.

S'il n'a donc, au plus, manqué que la valeur de deux moitiés d'étages (partie du Maestrichtien, Danien inférieur), les indications d'apparence paradoxale qu'on avait cru trouver dans la faune du « pisolithique » perdent singulièrement de leur portée ; l'histoire de la formation s'éclaire par conséquent. Souhaitant que l'avenir permette d'améliorer ces résultats, je termine en soulignant combien les savants du siècle dernier, cités plus haut, avaient généralement vu juste sur une question qu'ils n'avaient pourtant pas eu de grandes facilités pour étudier.

**M. R. Abrard** présente les observations suivantes :

Il ne semble pas que l'absence présumée de la zone à *Bostrychoce-ras polyplacum* entre la craie de Nouvelles et celle de Spiennes entraîne pour la première un âge maestrichtien inférieur ; elle n'en renferme pas les fossiles et, par ailleurs, il n'y a rien de surprenant à ne pas retrouver dans un bassin septentrional toutes les zones paléontologiques établies dans les régions mésogéennes. La classification de M. Leriche, basée sur les Poissons, organismes se déplaçant facilement paraît donc toujours valable. Les craies de Nouvelles et de Meudon, caractérisées par *Magas pumilus* et par les mêmes Poissons, peuvent être tenues pour synchroniques. Par ailleurs, un argument direct en faveur de l'attribution de la Craie de Meudon au Campanien est le suivant : cette période est marquée par une avance vers le S de la province tempérée septentrionale qui a amené les genres *Echinocorys*, *Micraster*, *Belemnitella* dans le Bassin aquitainien ; or, dans les Charentes, *Echinocorys meudonensis* et *Micraster Brongniarti*, caractéristiques de la Craie de Meudon, se trouvent dans le Campanien supérieur, sous la première couche maestrichtienne à *Orbitella media*<sup>2</sup>.

1. Les localités de l'W à cachet différent (Montainville, Vigny), laissent en effet penser que la faune de Ciplu a pu s'y répandre plus tôt qu'en Belgique, mais diffuser pareillement ensuite vers l'E dans le bras de mer danien.

2. R. ABRARD. Contribution à l'étude des étages Campanien et Maestrichtien aux environs de Royan. *B. S. G. F.* (4), XXIV, p. 642-653, 1924 ; voir p. 646.

Il est possible que l'on trouve un jour du Maestrichtien dans le Bassin de Paris, mais cette découverte est encore à faire.

La question du calcaire jaune de Montereau et du Bois d'Esmans, considéré comme Sénonien durci par d'excellents connaisseurs du Bassin de Paris tels que Dollfus, Thomas, Lambert, reste à élucider de même que celle de l'assise de Vertus à *Lima tecta*, ce point litigieux ne pouvant être tranché d'après des échantillons en tiroirs.

En ce qui concerne le Calcaire pisolithique de Vigny et de Montainville, les affinités daniennes de la faune de Mollusques sont, pour une partie importante, données, suivant M. A. Chavan, par des espèces du tuffeau de Ciply; elles s'atténuent très largement si, avec la plupart, parmi lesquels É. Haug, M. Gignoux, M. Leriche, E. Vincent en 1930, on place ce tuffeau dans le Montien. Il faut retenir de l'exposé de M. Chavan la confirmation de l'âge montien de la masse du Calcaire pisolithique et la possibilité d'un âge, au plus danien, très supérieur des gisements du type Vigny.

Si le retour de la mer après l'émersion post-campanienne s'est effectué sur une topographie crétacée présentant des sillons, il est normal que le Calcaire pisolithique déposé dans ceux-ci soit un peu plus ancien que celui qui a recouvert la pénéplaine sénonienne. Mais, à Vigny et à Montainville, on trouve un grand nombre de formes de Meudon et de Mons, et dans son ensemble, le Calcaire pisolithique est un sédiment tertiaire. Il est possible bien entendu que la transgression qui paraît s'être produite vers la limite Danien-Montien ait en quelques points commencé un peu plus tôt.

Il faut noter que si la Craie de Meudon représentait la partie la plus inférieure du Maestrichtien au lieu de correspondre à la partie tout à fait supérieure du Campanien et que si le Calcaire pisolithique de base était en quelques gisements du Danien terminal et non du Montien inférieur, cela ne modifierait en rien la paléogéographie du Bassin de Paris. Il resterait toujours que la craie supérieure en termine l'histoire secondaire et que le Calcaire pisolithique en commence l'histoire tertiaire, tout en restant un peu en dehors du cycle inauguré par le Thanétien.

M. Chavan paraît enclin à placer le Danien dans le Tertiaire et ceci serait assez justifié. En dehors de la disparition des Ammonites et des Bélemnites, l'apparition en Aquitaine des premiers *Orthophragma* avec *Discocyclus Seunesi* est un événement capital qui dépasse de beaucoup la persistance d'une faune d'Échinides crétacée.

M. A. Chavan voit ses conclusions confirmées par l'analyse même des objections de M. Abrard. Il peut en effet rappeler;

1) que la zone à *Bostrychoceras polyplocum* n'est pas uniquement mésogéenne, mais présente son type même dans le domaine septentrional; 2) que la synchronisation par Leriche des craies de Meudon et Nouvelles se fonde, comme souligné dans le travail précédent, sur seulement deux Poissons, organismes se déplaçant si facilement qu'on

trouverait de nombreux exemples d'Elasmobranches, notamment, continués dans plusieurs zones, du fait même de leur facilité de dissémination; 3) que *Magas pumilus* monte, à Valognes comme à Malmö, dans la faune à *Discoscaphites constrictus*, ce qui n'incite guère à considérer comme typique des assises de Nouvelles-Meudon; 4) que le genre *Micraster* vivait en Aquitaine dès le Turonien et peut donc être difficilement qualifié d'immigré campanien; 5) qu'*Echinocorys meudonensis* passe, comme la *Magas*, dans le calcaire de Valognes et n'est donc pas plus caractéristique que ce Brachiopode.

Pour ce qui est des gisements, si le calcaire jaune de Montereau a été qualifié de Sénonien durci par d'excellents connaisseurs, comme le précise M. Abrard, il n'empêche que M. R. Soyer l'a sans hésiter rangé dans le Montien. En déclarant la question non réglée, M. Abrard admet donc, avec M. Chavan, que tout ce qui est calcaire peut n'être pas Montien; mais alors, la même conclusion devrait intervenir pour un autre calcaire à mêmes fossiles crétacés, la couche à *Lima tecta* de Vertus, celle-ci nettement « pisolithique » : or, notre Confrère discute les « échantillons en tiroirs » présentés, pourtant signés Hébert. Il faut donc rappeler que ceux-ci correspondent manifestement au niveau 2 de Grandmont et que, de toute manière, ils attestent l'existence d'un Crétacé conservé en milieu « pisolithique », distinct du danomontien.

M. Abrard tient à rattacher le tuffeau de Ciply au Montien, plutôt qu'au « Danien très supérieur » : les deux opinions peuvent être émises, puisqu'il s'agit d'une faune mixte. Notons, en tout cas, qu'elle apparaît nettement plus archaïque que Mons, avec des *Tylostoma*, *Drepanochilus*, etc., à cachet crétacé. Mais comme Montainville et Vigny gardent encore davantage d'éléments de ce type, il semble objectivement impossible de les maintenir dans le Montien. Ces gisements n'ont d'ailleurs qu'un petit nombre de formes trouvées seulement à Mons. Aussi M. Chavan n'a-t-il affirmé l'âge montien que des marnes et calcaires supérieurs de Meudon; il s'est gardé de conclure formellement pour Laversines, Montainville, Vigny, et ne peut donc comprendre comment son étude confirmerait l'âge montien de la masse du calcaire.

Pour ce qui est de placer le Danien dans le Tertiaire, M. Chavan s'estime incompétent pour trancher la question. Il n'a fait état que d'affinités, normales à la limite de deux ères, et sa récente note à l'Académie qualifie encore le Danien de « dernier terme du Crétacé », suivant l'opinion courante.

## OBSERVATIONS SUR LES FAILLES DU PISSOUX (JURA FRANC-COMTOIS)

PAR **P. Fallot** ET **M. Nicklès**<sup>1</sup>.

La seconde édition de la feuille d'Ornans (127) au 1/80.000<sup>e</sup> fut préparée en deux ans, pour des raisons administratives. Cette précipitation en explique la grande inégalité : certaines régions purent faire l'objet de levés précis, mais d'autres ne furent étudiées que hâtivement. M. Robaux et l'un de nous comptons publier un fascicule du *Bulletin du Service de la Carte Géologique de France* où auraient été consignées les observations nouvelles et discutés les points douteux. Les circonstances s'y sont opposées. Mais nous ne saurions négliger de rectifier certaines des erreurs qui ont subsisté dans la nouvelle édition.

A cet égard, il nous paraît utile de donner ici des précisions sur le petit synclinal du Pissoux où, au NNE du lac de Villers (ou de Chaillexon), un petit affleurement de Crétacé est conservé entre le Mont Châtelard au SE, et la longue crête anticlinale de la Grand'Combe-des-Bois au NW.

La série stratigraphique avait déjà été reconnue par W. Kilian, auteur de la 1<sup>re</sup> édition : sur un puissant Kimméridgien et un Portlandien calcaires, reposent les marnes du Purbeckien, fort peu épaisses, puis un Valanginien surtout formé de calcaires oolithiques jaunes et de niveaux à *T. Villersensis*, enfin l'Hauterivien.

La seconde édition indique que ce synclinal est affecté d'une faille longitudinale, accusée au NE du Pissoux et divisée en deux branches au SW de ce village. Des levés effectués en novembre 1944 ont révélé une structure plus complexe.

Le Crétacé du synclinal est plus allongé que ne l'indiquent les cartes : il est d'autre part affecté non par une mais par deux failles que l'on repère sur plus de 4 km de long.

*Une coupe transversale au pli*, et passant par le Pissoux, montre la disposition suivante :

Le versant descendant du Pré Noel (Prof. 6, fig. 1) est formé de Portlandien à pendages de détail assez variables. Vers 980 m, ce Juras-

1. Note présentée à la séance du 6 décembre 1948.

sique porte une première tache de Néocomien, sans que le Purbeckien apparaisse, puis un peu plus bas se dessine, vers la statue de la Vierge, une étroite bande du même Néocomien en un petit synclinal d'une cinquantaine de mètres de large et d'environ 500 m de long. Les couches litées du Portlandien qui le bordent sont affectées de petits replis et de cassures. Ce Portlandien dessine un léger mouvement anticlinal au SE de l'affleurement crétacé, et ses calcaires dominant, par un petit abrupt au-dessus duquel sont construites deux fermes, le versant herbeux du Pissoux, formé de Néocomien.

Le contact des deux formations est dû à une première faille  $F_1$ , à regard SE. Le Valanginien de sa lèvre méridionale pend à  $25^\circ$  au SE. Il réapparaît, fossilifère, dans une carrière ouverte au coude du chemin qui se trouve à 150 m au S du cimetière. Il y pend au NW, et un peu en aval, repose sur le Portlandien affleurant sous l'église.

Il est probable que les faciès marneux qui règnent sous les abords du cimetière représentent déjà l'Hauterivien, mais nous n'y avons pas trouvé de fossiles. En tout cas, s'il n'est pas affecté de replis, le Néocomien offre ici son maximum de puissance.

La petite barre rocheuse de l'église se prolonge au SW et au NE. Son Portlandien limité, par une faille  $F_2$ , domine de quelques mètres une seconde bande de Valanginien, dont la base s'observe au bas du village, un peu au-dessus de la route de Villers-le-Lac. Ici, c'est par des marnes purbeckiennes, visibles de place en place, que se fait le contact normal du Crétacé et du Portlandien, dont l'ensemble pend faiblement au NW.

Sur cette coupe apparaissent donc deux failles, à regard SE et dont les rejets sont de l'ordre de 20 à 25 m.

*Prolongement SW des failles.* — La faille  $F_1$  s'inscrit au versant dominant les prés du Pissoux. Elle coupe vers la courbe 940, le ravin qui aboutit à la grand'route près du point coté 865. Le Portlandien des abords de la cassure pend à  $70^\circ$  ou  $80^\circ$  au NW ; quant à la lèvre méridionale, son Néocomien en contre-bas du Malm, pend ENE  $10^\circ$  (Prof. 5).

Au ravin suivant, en direction du SW, la faille passe par une doline située en 296,45/216,75, 150 m au SW ; elle met en contact le Portlandien et le Crétacé en 296,35/216,65. On la perd ensuite dans le Jurassique supérieur qui constitue l'éperon à l'E du Cerneux-Billard.

Mais, vers la doline, doit se produire une bifurcation de la cassure. En effet, le Portlandien, sur quoi repose le Néocomien de 296,35/216,65, ne forme qu'un étroit affleurement en abrupt sous les sapins ; ses couches pendant NW  $35^\circ$  dominant à leur tour une seconde bande de Crétacé. Le contact s'observe sous la végétation jusqu'au point 296,15/216,25, pour se perdre ensuite dans le Portlandien de l'éperon du SE du Cerneux-Billard. Mais il est probable que son prolongement passe en tête d'un ravineau non porté sur la carte au 1/20.000<sup>e</sup>, où,

vers 295,85/216,05, le Jurassique supérieur pend à 45° au NW, alors que, plus au SE, les pendages brouillés ne concordent pas.

La faille  $F_2$  s'observe aisément depuis l'église jusqu'au point où, vers la courbe 885, elle coupe le ravin passant à la cote 865 (Prof. 5 et 4). Ensuite, jusqu'au ravin suivant l'on n'a que des indices morphologiques de son passage, mais là, une doline égueulée laisse voir sur son bord NW le Portlandien pendant de 5° au NW alors que le Néocomien règne à l'aval. Au N de la maison dite « Le Carré jaune », on retrouve  $F_2$ , très proche de la faille précédente, mais nettement séparée d'elle (Prof. 2) par un affleurement allongé de Portlandien et par le Néocomien superposé à ce dernier avec pendage NW. Enfin, le prolongement de  $F_2$  coupe la route du Barboux à son coude inférieur et passe au Petit Cerneux où il cesse d'être visible. Le Portlandien est ici très redressé et même localement renversé contre le Valangien dont les champs montrent les plaquettes oolithiques jaunes (Prof. 1).

Le Purbeckien n'est pas visible au NW du synclinal ou aux abords des failles. On n'observe ses marnes que localement sur le Portlandien des Jeanteys entre le « Carré jaune » et 865.

*L'Est du synclinal du Pissoux.* — Les deux petits affleurements néocomiens du haut du versant, vers Pré Noel et la statue de la Vierge, ne s'étendent pas à l'E. La masse calcaire, elle, forme toute la haute crête qui s'allonge vers la Grand'Combe-des-Bois : l'axe de l'anticlinal majeur s'élève doucement dans cette direction.

Le haut de la crête, au NE des Casernes de Moron, est couronné de Kimméridgien. Mais vers la maison de ce nom et jusqu'aux falaises de « Sur la Roche » règne le Séquanien, formé de couches marno-calcaires grises à *Astarte minima* et de calcaires oolithiques, avec, vers les Casernes, de beaux faciès de transport.

Les cultures empêchent de voir comment se fait le passage de ce Séquanien au Portlandien de Pré Noel. Il est possible qu'il se fasse normalement grâce au pendage des couches, mais l'existence d'une faille SE-NW n'est pas exclue.

A 500 m à l'E de Pré Noel, les calcaires des hautes parties de la crête sont coupés par une falaise d'une cinquantaine de mètres dessinant un cirque et dominant une banquette à topographie adoucie où se trouvent les cultures et prés-bois de Gourdavi. Cette banquette correspond au passage du Néocomien de la bande supérieure du Pissoux, caché en majeure partie par des éboulis. Au SE, la banquette est limitée par des abrupts et falaises, taillés dans le Portlandien et le Kimméridgien, qui dominent le Doubs à hauteur des Forges (Prof. 7,8).

La falaise de Sur-la-Roche montre la retombée vers le SE du Séquanien et du Kimméridgien, par un mouvement brusque qui, d'un pendage 5° SSE les fait passer à la verticale et légèrement au delà.

L'hémicycle de falaises qui s'allonge sur 1 km, de l'E du Pissoux jusqu'à 400 m à l'W du Cerneux, permet d'observer l'évolution de cet accident.

La faille  $F_1$  peut être repérée dans l'éperon limitant le cirque à l'W, grâce à quelques pointements qui apparaissent sous les éboulis au pied des rochers de Kimméridgien (297,4/218,6) où le calcaire pend, au-dessus du Crétacé, à 85° SE. Elle disparaît sous les éboulis du cirque pour se retrouver à l'W du Cerneux.

Cette grosse ferme est bâtie sur un éperon dont les parties supérieures sont arrondies et dont le bas, très raide, atteint le Doubs à l'aval des Forges. L'éperon correspond à une entité tectonique.

En effet sa masse est séparée de la terminaison NE de la falaise par une étroite combe synclinalement inclinée au SW (Prof. 9). Le Cerneux est sur le Kimméridgien, pendant selon les points, au N ou au NW. La partie supérieure de l'éperon W du Cerneux comporte le Portlandien qui forme le bord méridional de la petite combe et pend à 70° au NW. Le fond de la combe est en Valanginien. La falaise qui le domine au NW est formée de Kimméridgien et de Séquanien pendant à 45° au SE. C'est entre ce Malm et le Crétacé que passe la faille  $F_1$ , qui, oblique par rapport à la direction de la combe, en tranche l'amont. Grâce à l'élévation de l'axe du synclinal crétacé, elle provoque le contact du Séquanien de la lèvre N avec le Néocomien, puis avec le Portlandien, enfin au N de Cerneux, avec le Kimméridgien. Le Séquanien de la lèvre N est le prolongement de celui de Sur-la-Roche. Fossilifère en divers points et notamment à la mare située en 298,18/218,85, il s'étend jusqu'au delà de la côte 1.000, en direction du Haut-Groseiller et de la Grand-Combe-des-Bois. Il forme le versant boisé dominant au N le Cerneux et une combe étroite qui s'élève, légèrement incurvée de cette ferme vers la côte 1.000.

Dès l'E du Cerneux, le Kimméridgien du S de la faille pend NW 70° ou 80°, butant contre le Séquanien du N de l'accident qui pend à 45° au S. La faille  $F_1$  se prolonge donc jusqu'à la côte 1.000, et il est probable qu'elle dépasse largement ce repère (Prof. 10 et 11).

Le prolongement de  $F_2$  est aussi important, bien que difficile à observer sous les arbres et les éboulis du versant du Doubs.

La bande de Portlandien de l'église détermine un petit talus boisé, allongé au NE sur environ 500 m jusqu'à un éperon dominant une mare, en 297,6/217,7. Le Néocomien affleure au pied du talus, visible sur 200 m, puis disparaît sous les matériaux éboulés et glissés des abords de Gourdavi. La faille se retrouve à l'E de cette ferme et d'une zone d'arrachement, au flanc de l'éperon du Cerneux.

Quittant la banquette herbeuse de Gourdavi par le sentier du Cerneux, on note d'abord le Portlandien du SE de la combe de Néocomien, puis du Kimméridgien pendant NNW 45°. Si, au bas de la montée vers le Cerneux, l'on prend le chemin forestier qui suit à peu près la courbe 825, on trouve, vers 298,1/218,15 une première tache de Crétacé qui provoque une clairière herbeuse longue de 200 m. Ce Néocomien pend au N 15°, en contre-bas du Kimméridgien à pendage inverse. De 298,25/218,15 à 298,55/218,25, pointent sous les éboulis

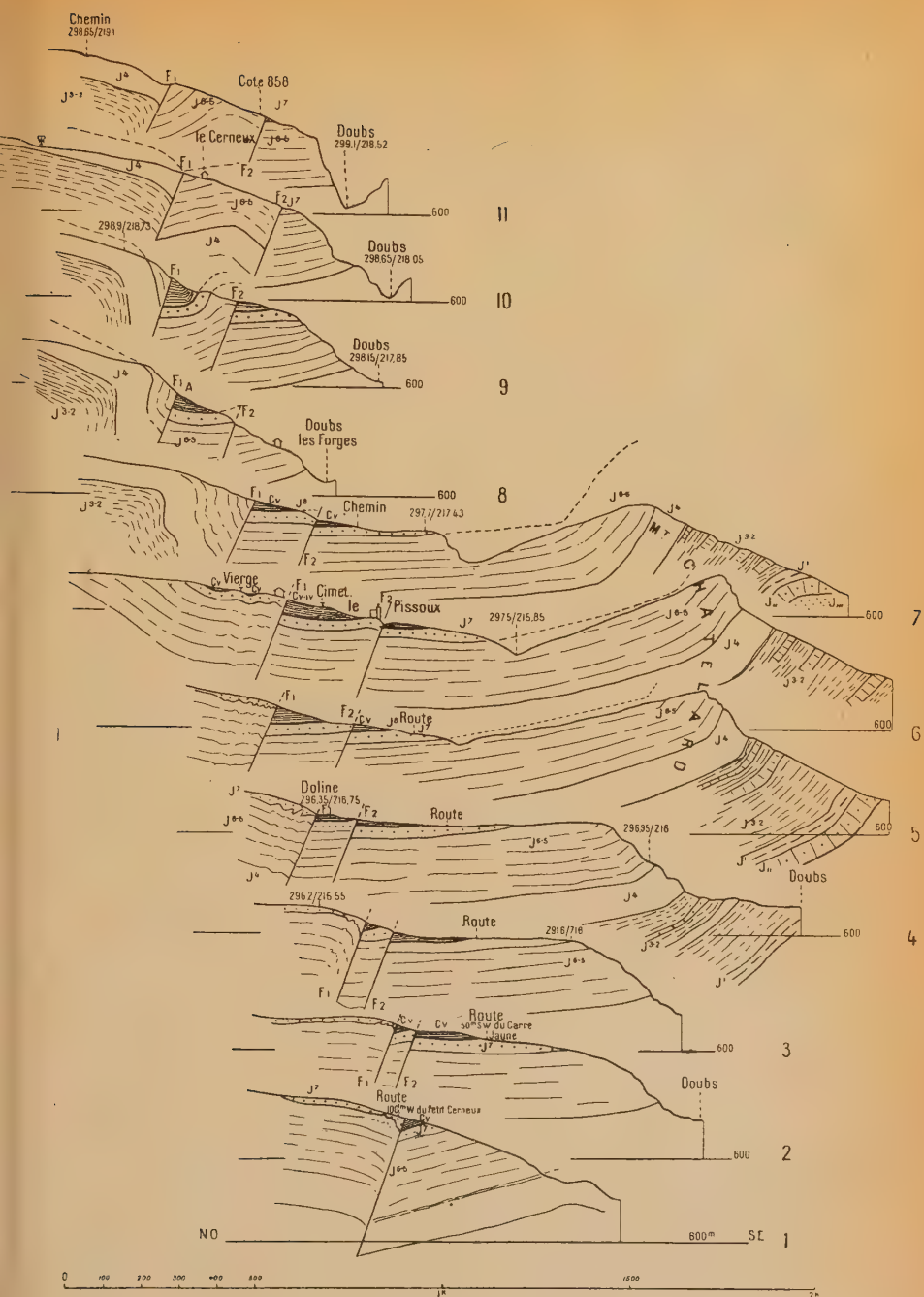


FIG. 1. — Coupes en série à travers le synclinal du Pissoux.

N. B. Profil 4, sous le mot « Doline », lire 296,45/216,75; profil 3, à droite de la route, lire 291,6/216.

boisés divers affleurements de Crétacé inférieur, avec, au plus oriental de ces points, une source. Ces diverses masses crétacées ne peuvent être éboulées, car il n'en existe pas dans le haut de ce versant. Audessous de la bande crétacée, on note, du reste, sous les éboulis, le Portlandien puis le Kimméridgien, pendant faiblement au NW (Prof. 9 et 10).

Plus au NW, nous n'avons plus trouvé que des indices : débris de calcaire oolithique néocomien, non en place vers 298,55/218,35, niche d'arrachement d'un éboulement formant la tête d'un ravin vers l'altitude de 815 m. Enfin, l'éperon portant la cote 858, montre des bancs kimméridgiens pendant 15° NW, alors que dans le haut du versant entre l'altitude de 900 m et le chemin cote 1.000, les mêmes calcaires pendent NW 80° (Prof. 11). Si l'allure des couches était continue, le Kimméridgien mesurerait plus de 300 m de puissance. Comme son épaisseur normale n'en excède pas 200, on est fondé à penser que c'est le prolongement de la faille qui, passant aux abords de 858, en direction de Chez Carteron, est responsable de cette anomalie.

#### CONCLUSIONS.

1° L'extension du Séquanien dans le haut du versant de Sur la Roche est plus grande que ne le porte la carte au 80.000<sup>e</sup>, et les contours du Kimméridgien doivent être corrigés en conséquence.

2° Les deux failles décrites ci-dessus coupent longitudinalement le synclinal du Pissoux. La plus septentrionale se prolonge vers le NE, sensiblement plus loin qu'on ne le pensait. La plus méridionale, jadis ignorée, provoque l'extension du Néocomien à mi-pente du versant boisé dominant le Doubs, à l'aval des Forges.

3° On sait depuis longtemps que le Doubs, à l'aval de la source suisse du Torret et jusqu'à la cluse de Biaufond, coule dans un synclinal dominé, rive suisse, par l'anticlinal graduellement chevauchant des Côtes du Doubs. Ce synclinal, prolongeant à peu près celui du Pissoux, a été désigné sous le vocable de « synclinal Le Pissoux-Les Prailats-Chantereine » (Ph. Bourquin et H. Suter, Notice explicative de la feuille Saint-Imier-Biaufond de l'Atlas géologique de la Suisse au 1/25.000<sup>e</sup> 1946). Les détails apportés ici font ressortir que le synclinal du Pissoux se divise en deux branches soulignées par deux failles. La plus septentrionale passe au Cerneux, se poursuivant en direction de la côte 1.000 et au delà. La plus méridionale, suivie jusqu'à la côte 858, doit se prolonger vers le NE en direction de Chez Carteron. M. Bourquin note (p. 23) que l'anticlinal

de la Grand'Combe-des-Bois est affecté à l'W et au S de la localité de ce nom, par des inflexions en gradins. Nous présumons que c'est l'une ou l'autre de ces inflexions qui pourrait correspondre au prolongement atténué de la branche SE du synclinal du Pissoux. Dès lors, la partie NE du synclinal du Pissoux apparaît comme une branche de celui du Doubs, amorçant un dispositif en coulisse au bord NW du synclinal principal.

4° Les failles du Pissoux sont à regard SE. Leur rejet est de l'ordre de 20 à 25 m. Localement, la plus septentrionale coïncide avec un pli ou une flexure, qui, vers Sur-la-Roche donnerait un pli-faille.

En plan, ces failles s'incurvent d'une façon qui évoque une inclinaison de leur surface vers le NW. Les petits ravins qu'elles coupent n'accusent toutefois à cet égard qu'un faible écart avec la verticale. L'inclinaison des failles figurées sur nos profils n'est qu'indicative.

D'un point de vue plus général, elles indiquent ici, une répartition des efforts locaux telle que les poussées superficielles semblent dirigées vers le SE, alors, que, sur le versant suisse, les chevauchements mis en évidence par E. Favre, puis par MM. Bourquin et Suter — d'ailleurs beaucoup plus accusés — indiquent des poussées vers le NW.

Le dispositif réalisé sur rive française n'a qu'un caractère local. Lorsque le grand anticlinal de la Grand'Combe se prolonge à l'E de Biaufond sur territoire suisse, il ne comporte plus que des accidents où la poussée apparente est dirigée vers le NW.

---



# MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

(Nouvelle Série)

## Tome XXI, 1942.

- 1-2. — 46. — André CAILLEUX, *Les actions éoliennes périglaciaires en Europe*, 5 pl., 176 p..... fr. 550
- 3-4. — 47. — A.-F. DE LAPPARENT, *Les Dinosauriens jurassiques de Damparis (Jura)*, 5 pl., 21 p..... fr. 200

## Tome XXII, 1943.

1. — 48. — Fr. DOUVILLÉ, *Contribution à l'étude des faunes du Cornbrash. Révision des genres Clydoniceras et Macrocéphalites*, 7 pl., 48 p..... fr. 300
- 2-4. — 49. — Léon BERTRAND, *Les chaînons et hauts-plateaux provençaux du Sud-Ouest des Alpes-Maritimes et des régions avoisinantes des Basses-Alpes et du département du Var*, 4 pl., 90 p..... fr. 400

## Tome XXIII, 1944-45.

- 1-2. — 50. — J. ROGER, *Révision des Pectinidés de l'Oligocène du domaine nordique*, 2 pl., 57 p..... fr. 300
- 3-4 — 51. — J. ROGER, *Les Invertébrés des couches à Poissons du Crétacé supérieur du Liban*, 10 pl., 94 p..... fr. 550

## Tome XXIV, 1946.

- 1-4. — 52. — M. RICHARD, *Contribution à l'étude du Bassin d'Aquitaine. Les gisements de Mammifères tertiaires...* fr. 1.600

## Tome XXV, 1947.

- 1-4. — 53. — P. BONNET, *Description géologique de la Transcaucasie méridionale*..... fr. 1.600
- Carte géologique de la Transcaucasie méridionale, en couleurs; éch. : 1/105.000..... fr. 1.200

## Tome XXVI, 1947.

- 1-2. — 54. — B. CHOUBERT, *Géochimie des Magmas et permanences statistiques*..... fr. 600
3. — 55. — A. MICHEL-LÉVY et J. WYART, *Reproduction artificielle de minéraux silicatés à haute pression. Métamorphisme artificiel des roches*..... fr. 300
4. — 56. — A.-F. DE LAPPARENT, *Les Dinosauriens du Crétacé supérieur du Midi de la France*..... fr. 450

## Tome XXVII, 1948.

1. — 57. — M<sup>me</sup> DE CIZANCOURT, *Nummulites de l'île de la Barbade, Petites Antilles*, 2 pl., 40 p..... fr. 350
- 2-3. — 58. — M. DREYFUSS, *Contribution à l'étude géologique de l'Ordovicien supérieur de la Montagne Noire*, 9 pl., 63 p..... fr. 750
4. — 59. — P. LAMARE, *Le contact entre le synclinal des Arbailles et le massif de Mendibelza dans le Bassin de Laribar (Basse Navarre française)*..... fr. 300

## Tome XXVIII, 1949.

- 1-3. — 60. — M. VIGNEAUX, *Révision des Bryozoaires néogènes du Bassin d'Aquitaine et essai de classification*, 11 pl. fr. 2.000
4. — 61. — V. KOVENKO, *Gîtes de chromites et roches chromifères de l'Asie Mineure (Turquie)*, 2 pl..... A paraître
- En souscription : France : fr. 4.500. Étranger : fr. 2.000





4



6



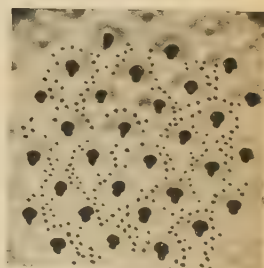
3



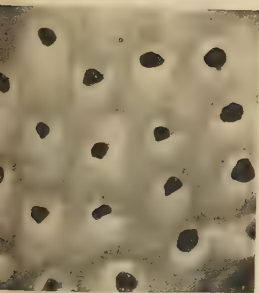
7



2



5



9



1

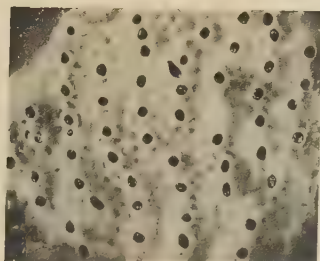


11

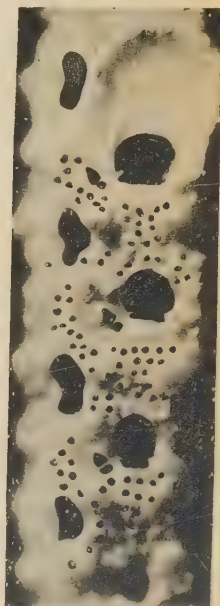
12



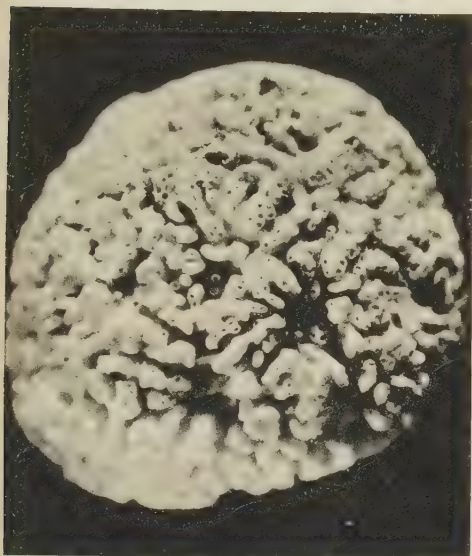
10



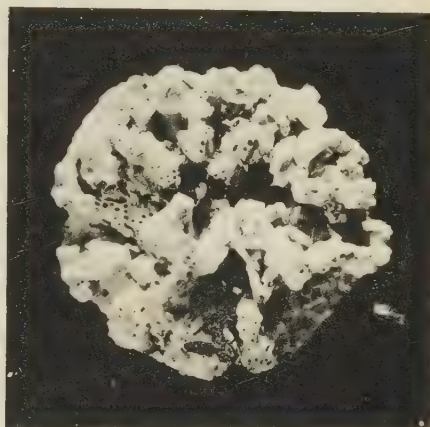
8



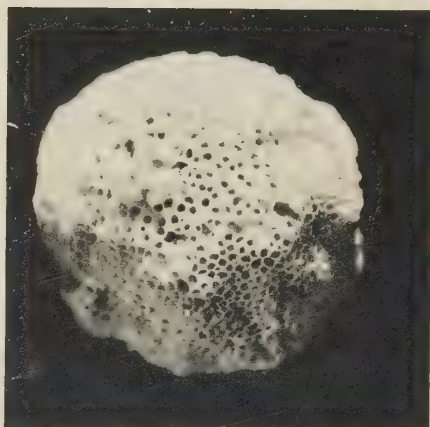




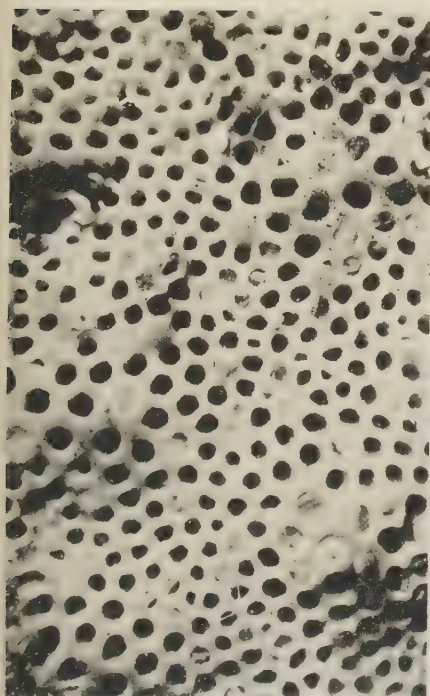
1



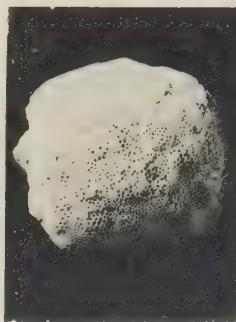
2



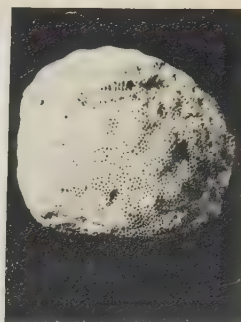
3



4

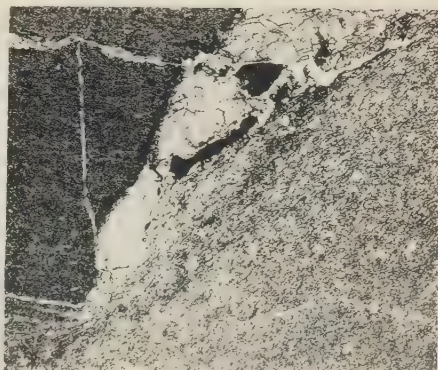
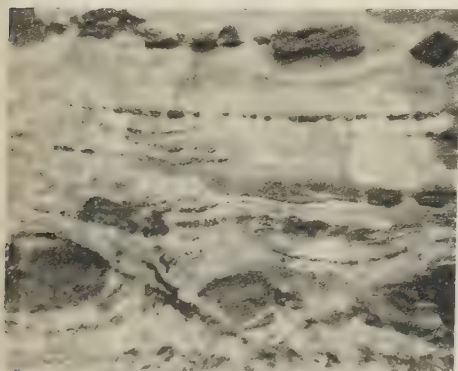
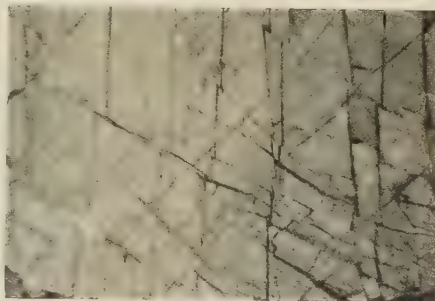
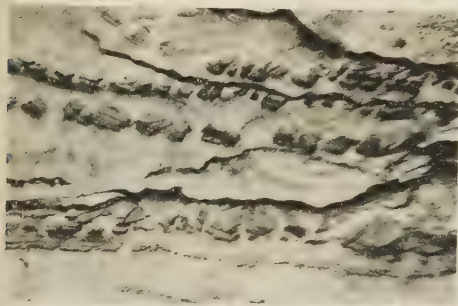
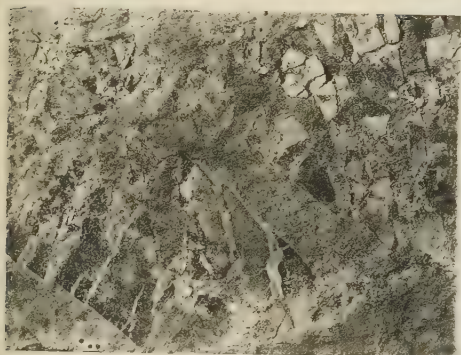


5

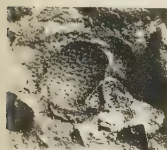


6

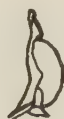




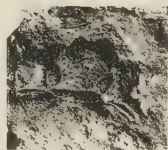




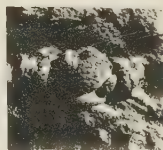
1



1 a



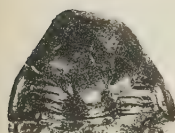
2



2 a



2 b



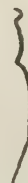
3



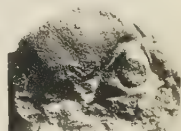
3 a



4



4 a



5



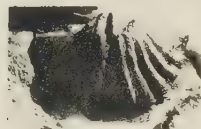
6



7



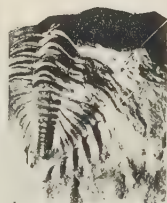
9



10



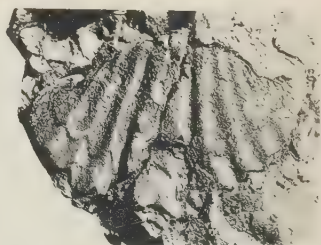
6 a



6 b



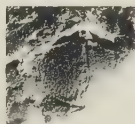
12



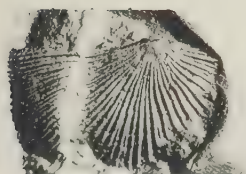
11



8



15

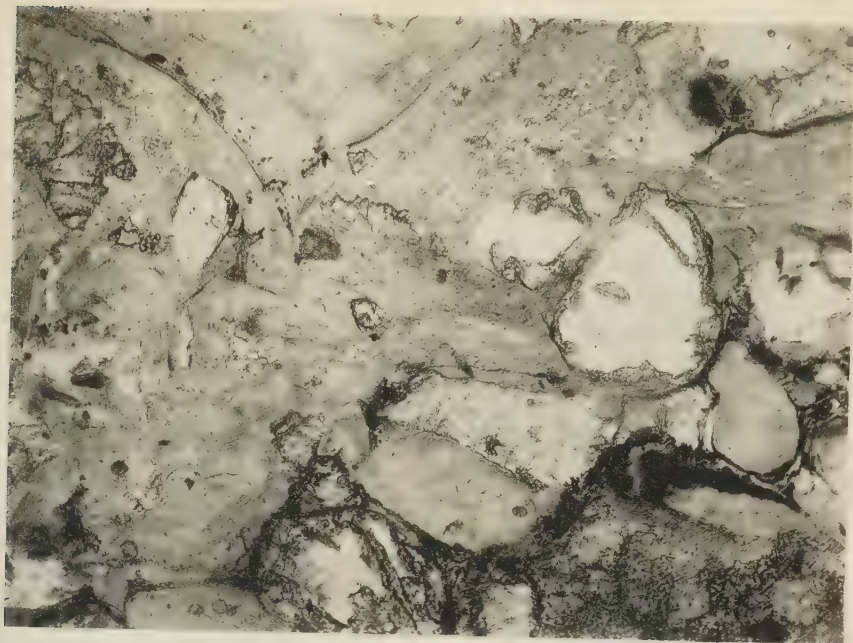


13

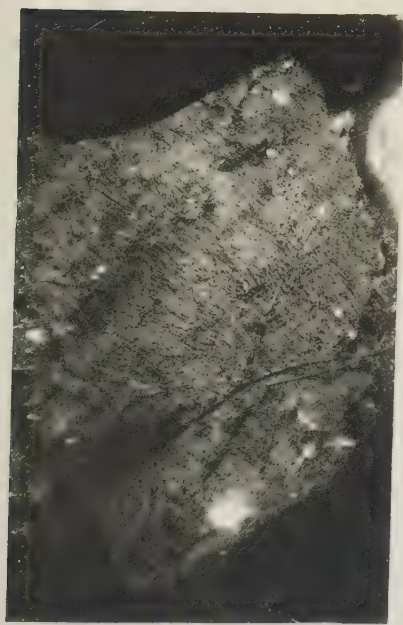


14





1



2



3

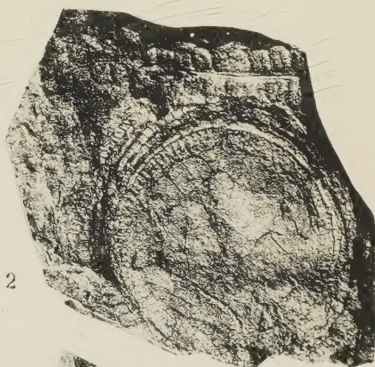








1



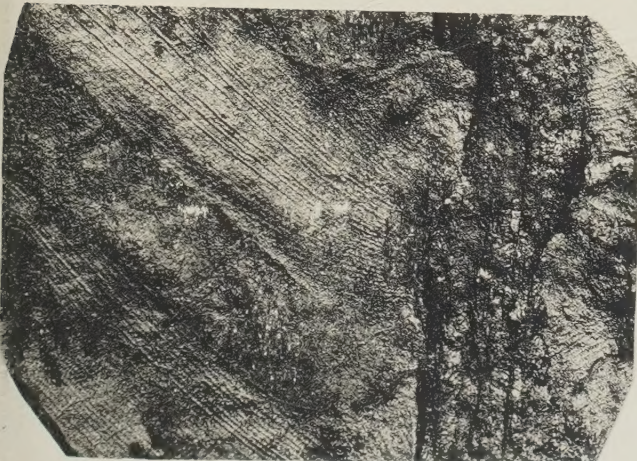
2



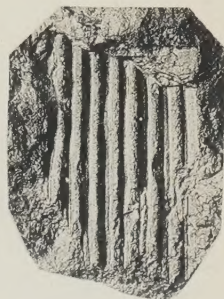
3



4



5



6



# CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Publications périodiques.

## BULLETIN ANALYTIQUE DU C. N. R. S.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE MENSUEL

SIGNALANT PAR DE COURTS EXTRAITS CLASSÉS PAR MATIÈRE  
TOUS LES TRAVAUX PUBLIÉS DANS LE MONDE.

70 A 80.000 EXTRAITS PAR AN. 4.000 PÉRIODIQUES DÉPOUILLÉS.

### Taux d'abonnement annuel :

*Première partie :* (Sciences mathématiques, physiques, chimiques.)

*Seconde partie :* (Sciences biologiques.)

3.000 fr. par partie pour la France,

4.000 fr. pour les territoires d'Outre-mer et de l'Étranger.

Tarif spécial pour les Chercheurs du C. N. R. S. et les laboratoires universitaires.

Fournit reproductions photographiques des articles sous forme de microfilms ou photocopies.

*Troisième partie :* (Philosophie, parution trimestrielle, tarif spécial, 600 fr. par an pour la France et 650 fr. pour l'Étranger.)

## JOURNAL DES RECHERCHES DU CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

REVUE PUBLIANT DES ARTICLES DE RECHERCHES  
FAITES DANS LES DIFFÉRENTS LABORATOIRES DU C. N. R. S.

Taux d'abonnement : 900 fr. pour 6 numéros.

ABONNEMENTS AU CENTRE DE DOCUMENTATION DU C. N. R. S.

18, RUE PIERRE-CURIE, PARIS (5<sup>e</sup>)

TÉL. : ODÉon 10-01

# TABLE DES MATIÈRES (TOME XVIII, FASCICULE 6-7)

|                                                                                                                                                                               | Pages |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <i>P. Gevin.</i> — Série paléozoïque d'Aouinet Legra (Sahara occidental) (4 fig.)                                                                                             | 369   |
| <i>J.-M. Pires Soares.</i> — Observations géologiques sur les îles du Cap Vert.                                                                                               | 383   |
| <i>Fr. Catzigras.</i> — Sur une espèce hauterivienne de Térébratulidés suisse et méditerranéenne (1 fig.)                                                                     | 391   |
| <i>H. et G. Termier.</i> — Observations nouvelles sur le Permo-Trias et la base du Lias dans le Maroc central et le Moyen-Atlas septentrional (4 fig.)                        | 395   |
| <i>M. Vigneaux.</i> — Les Bryozoaires du forage des Eyquems, à Mérignac (Gironde) (1 pl.)                                                                                     | 407   |
| <i>G. Astre.</i> — Le dôme rompu de Mariou dans le Nummulitique de Saint-Martin-le-Vieil (Aude) (3 fig.)                                                                      | 415   |
| <i>A. Jeannet.</i> — Sur l'âge de l'Oolithe ferrugineuse dans le Jura neuchâtelois et les régions voisines.                                                                   | 423   |
| <i>P. Balavoine.</i> — Notes sur les Bryozoaires du Savignéen des environs de Doué-la-Fontaine (Maine-et-Loire) (1 pl.)                                                       | 435   |
| <i>J. Goguel.</i> — Observations sur la déformation d'un calcaire métamorphique (Adamello méridional) (1 pl., 8 fig.)                                                         | 441   |
| <i>J. Pillet.</i> — La faune des grauwackes de Chauffour près Saint-Barthélémy (Maine-et-Loire) (1 pl., 1 fig.)                                                               | 453   |
| <i>G. Mathieu.</i> — Relation entre la paléogéographie du Jurassique et les failles tertiaires dans la région vendéenne (Vendée, Deux-Sèvres, Maine-et-Loire) (1 pl., 1 fig.) | 467   |
| <i>S. Duplaix.</i> — Contribution à l'étude pétrographique des sables sparnaciens du Bassin de Paris (5 fig., 6 tabl.)                                                        | 493   |
| <i>V. Stchépinsky.</i> — Les failles du Nord de la Haute-Marne (2 fig.)                                                                                                       | 511   |
| <i>E. Lahn.</i> — Mouvements tectoniques jeunes en Anatolie (3 fig.)                                                                                                          | 521   |
| <i>S. Caillère et F. Kraut.</i> — Étude minéralogique du minerai de fer oolithique d'Auboué, bassin de Briey (1 pl., 1 fig., 1 tabl.)                                         | 529   |
| <i>L. Valensi.</i> — Sur quelques microorganismes planctoniques des silex du Jurassique moyen du Poitou et de Normandie (6 fig.)                                              | 537   |
| <i>A. Carpentier et I. Farag.</i> — Sur une flore probablement rhétienne à El Galala El Bahariya (rive occidentale du golfe de Suez, Égypte) (2 pl., 1 fig.)                  | 551   |
| <i>A. Chavan.</i> — L'âge des principaux gisements de Calcaire pisolitique.                                                                                                   | 565   |
| <i>P. Fallot et M. Nicklès.</i> — Observations sur les failles du Pissoux (Jura franc-comtois) (1 fig.)                                                                       | 575   |

La gérante de la Soc. Géol. : M<sup>me</sup> HAUMONT.

Imprimerie Protat frères, Mâcon. N° 6347. — Juin 1949. — N° éditeur 50.  
Dépôt légal 3<sup>e</sup> trimestre 1949.

PRIX DU FASCICULE : 350 fr.